Klaus Zumwinkel

PLANUNG UND PRÜFUNG BETRIEBLICHEN INFORMATIONSHANDELNS

1973

PLANUNG UND PRÜFUNG BETRIEBLICHEN INFORMATIONSHANDELNS

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft
durch den Fachbereich
Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster

vorgelegt von

Klaus Zumwinkel
aus Rheinberg

1973

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Erster Berichterstatter:	Prof. Dr. U. Leffson
Zweiter Berichterstatter:	Prof. Dr. H. Koch
Dekan:	Prof. R.H. Tilly Ph.D.
Tag der mündlichen Prüfung:	6. Februar 1973

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Problemstellung ---------- 1

ERSTER TEIL

P L A N U N G

2 Auffächerung des betrieblichen Entscheidungsprozesses als Ausgangspunkt der Planung ---------- 2
20 Das Prinzip der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik ---------- 2
21 Nacheinandergeschaltete Teiloperationen ----- 6
22 Informationsdilemma und Meta-Entscheidung --- 8
220 Einordnung der Meta-Entscheidung -------- 8
221 Informationsdilemma ---------- 11
222 Exkurs: Informationsdilemma und Induktionslogik ---------- 14
223 Ergebnis ---------- 15

3 Planung betrieblichen Informationshandelns ------ 17
30 Zur Planung von Management-Informationssystemen ---------- 17
300 Zweck und Konzeption des Management-Informationssystems ---------- 17
301 Vergröberte Wertbeurteilungen ---------- 23
301.0 Die Ausgangssituation ---------- 23
301.1 Beurteilungen mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse ---------- 25
301.10 Informationswert und Sensitivitätsanalyse ---------- 25
301.11 Ein Beispiel ---------- 26
301.12 Nutzen für Wertbeurteilungen 29
301.2 Kostenvergleiche ---------- 32
302 Kriterien zur Planung ---------- 34
302.0 Das Problem ---------- 34
302.1 Datenmenge und Verdichtung -------- 35
302.10 Einfluß auf die Managementebenen ---------- 35
302.11 Einfluß auf die Teiloperationen ---------- 41
302.2 Genauigkeit und Sicherheit -------- 44
302.3 Antwortzeiten ---------- 46
302.4 Flexibilität ---------- 49
302.5 Ergebnis ---------- 51
31 Planung der Erfassung ---------- 53
310 Erfassungsvolumen ---------- 53
311 Erfassungsverrichtungen ---------- 55
312 Einflußfaktoren ---------- 58
313 Ergebnis ---------- 66

Seite

32 Planung der Speicherung ---------- 67
320 Das Problem ---------- 67
321 Inhalt der Datenbank ---------- 68
322 Organisation der Datenbank ---------- 72
322.0 Datenstrukturen ---------- 72
322.00 Ganzheiten und Eigenschaften 72
322.01 Datensätze ---------- 74
322.02 Datenfelder ---------- 77
322.03 Ergebnis ---------- 78
322.1 Indexstrukturen ---------- 80
322.10 Ziel der Entscheidung über Indexstrukturen ---------- 80
322.11 Baumstrukturen ---------- 82
322.110 Einige Definitionen 82
322.111 Verwendung von Baum- als Indexstrukturen 85
322.12 Liststrukturen ---------- 88
322.13 Graphenstrukturen ---------- 91
322.130 Einordnung ---------- 91
322.131 Integrated Data Store 92
322.2 Speicherstrukturen ---------- 97
322.20 Ziel der Entscheidung über Speicherstrukturen ---------- 97
322.21 Interne Repräsentation ----- 97
322.22 Speichermedien und Speichergeräte ---------- 98
322.220 Maschinenlesbare Medien mit Reihenfolgezugriff ------- 98
322.221 Maschinenlesbare Medien mit wahlfreiem Zugriff ---- 99
322.222 Speicher-Hierarchie 101
323 Verwaltung der Datenbank ---------- 103
323.0 Ziel der Datenverwaltung ---------- 103
323.1 Einflußfaktoren bei der Datenverwaltung ---------- 104
323.10 Datenbankorganisation ------ 104
323.11 Eingabeanforderungen ------- 106
323.12 Kontrolle und Fortschreibung 107
323.13 Suchlogik ---------- 108
323.14 Ad-hoc-Anfragen ---------- 109
323.15 Berichterstellung ---------- 110
33 Planung der Kommunikation ---------- 112
330 Das Problem ---------- 112
331 Terminals ---------- 113
331.0 Alternativen ---------- 113
333.1 Einflußfaktoren bei der Auswahl --- 115
332 Übertragungssysteme ---------- 118
332.0 Elemente des Übertragungssystems -- 118
332.1 Einflußfaktoren bei der Planung des Übertragungssystems ---------- 120

Seite

333 Abstimmung mit der Verarbeitung ---------- 123
333.0 Hardware ---------- 123
333.1 Software ---------- 125
34 Planung der Verarbeitung ---------- 127
340 Das Problem der Gesamtplanung ---------- 127
341 Herkömmliche Planungs- und Bewertungsverfahren ---------- 128
342 Planung mit Hilfe eines Simulationsprogrammes ---------- 133
342.0 Ablauf ---------- 133
342.1 Spezifikation der Alternativen ---- 134
342.2 Simulationsphasen ---------- 137
342.3 Simulationsergebnisse ---------- 139

ZWEITER TEIL

KONTROLLE UND PRÜFUNG

4 Interne Kontrollen bei maschineller Informationsproduktion ---------- 143
40 Das Problem ---------- 143
41 Begriff und Bedeutung des internen Kontrollsystems ---------- 145
42 Interne Kontrollen bei der Erfassung -------- 148
420 Organisatorische Kontrollen ---------- 148
421 Programmierte Kontrollen ---------- 150
421.0 Definition ---------- 150
421.1 Zeichenkontrollen ---------- 152
421.2 Datenfeldkontrollen ---------- 153
421.3 Kontrollen von Datensatzstapeln --- 158
43 Interne Kontrollen bei Programmierung und Verarbeitung ---------- 160
430 Organisatorische Kontrollen ---------- 160
430.0 Funktionstrennung ---------- 160
430.1 Organisatorische Kontrollen im Zusammenhang mit der Dokumentation -- 162
431 Hardware-Kontrollen ---------- 168
432 Programmierte Kontrollen ---------- 169
44 Interne Kontrollen bei der Komunikation ----- 172
45 Interne Kontrollen bei der Speicherung ------ 175
450 Organisatorische Kontrollen ---------- 175
451 Programmierte Kontrollen ---------- 176

Seite

5 Prüfungshandlungen bei maschineller Informationsproduktion ---------- 179
50 Vorbemerkung ---------- 179
51 Prüfung des internen Kontrollsystems ---------- 180
510 Ermittlung des Sollzustandes ---------- 180
511 Ermittlung der tatsächlichen Wirksamkeit 182
512 Schwachstellenanalyse und Urteilsbildung 182
52 Prüfung der Anwendungsprogramme ---------- 184
520 Indirekte Prüfung ---------- 184
521 Direkte Prüfung ---------- 185
53 Prüfung mit Hilfe von Testdaten ---------- 187
530 Einordnung und Entstehung ---------- 187
531 Abfolge der Prüfungshandlungen ---------- 188
532 Anwendbarkeit ---------- 191
54 Prüfung mit Hilfe von Prüfungsprogrammen ----- 192
540 Einsatzmöglichkeiten ---------- 192
540.1 Systematik ---------- 192
540.2 Prüfungswege ---------- 194
540.3 Prüfungshandlungen ---------- 196
541 Programme des Klienten ---------- 198
542 Spezielle Prüfungsprogramme ---------- 199
543 Generelle Prüfungsprogramme ---------- 202
543.0 Aufgaben ---------- 202
543.1 Anwendung ---------- 204
543.10 Einsatzplanung ---------- 204
543.11 Spezifizierung von Dateien und Instruktionen ---------- 205
543.12 Programmlauf ---------- 208
543.2 Ausblick ---------- 209

6 Schlußbetrachtung ---------- 210

Abkürzungsverzeichnis ---------- 211

Literaturverzeichnis ---------- 214

1 Problemstellung

Geht man aus von "dem Grundgedanken, daß das Erwerbsunternehmen ein System von Handlungen darstellt, welches durch die unternehmerischen Zielsetzungen definiert ist,"[1] unterliegen auch die Teilhandlungen im Informationsbereich eben diesen Zielsetzungen. Als Information bezeichnen wir in Übereinstimmung mit der Literatur das zweckorientierte Wissen[2], das für Entscheidungen in bestimmter Art und Menge, zu gegebenem Zeitpunkt und Ort durch verschiedene Informationshandlungen erstellt wird.

"Das Phänomen der Information in der Unternehmung ist so alt wie die Unternehmung selbst"[3]. Besonders aktuell werden die Probleme des betrieblichen Informationshandelns durch die spektakuläre Entwicklung der Informationstechnologie und ihren umfassenden Einsatz im Wirtschaftsleben. Während die mechanischen Kraft- und Energiemaschinen im Mittelpunkt der ersten industriellen Revolution standen, prägen die elektronischen Datenverarbeitungsmaschinen den Fortgang der zweiten industriellen Revolution.[4]

Die Entscheidungen über den Einsatz von Produktionsfaktoren im betrieblichen Informationsbereich sind eindeutig betriebswirtschaftlicher Natur. Der Disponent muß die alternativen Handlungsweisen im Informationsbereich nach ökonomischen Kriterien beurteilen und ähnlich wie bei der Sachgüterproduktion mit dem 'Techniker' Einsatz und Kombination der Produktionsfaktoren nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten abstimmen.

Nicht nur der Planer wendet sich verstärkt dem Informationsbereich zu. Auch das wirtschaftliche Prüfungswesen muß sich, insbesondere zur Unterstützung der Unternehmensleitung bei

---

1 Koch (1972), S. 226.
2 Vgl. insbes. Wittmann (1959), S. 14; zu einer näheren Explikation vgl. Abschn. 220.
3 Wacker (1971), S. 41.
4 Vgl. z. B. H. Jacobs (1970), S. 1.

ihren Überwachungsaufgaben, mit verstärkten Anstrengungen dem technischen Fortschritt der automatisierten Datenverarbeitung anpassen. Da das Rechnungswesen immer eines der ersten Anwendungsgebiete der Computertechnologie in der Unternehmung ist, wird gerade der Abschlußprüfer seine Prüfungshandlungen auf - bei Großunternehmen heute schon fast ausschließlich - computererstellte Aufzeichnungen einstellen müssen.

Das Ziel dieser Arbeit läßt sich etwas vereinfacht als die Untersuchung von zwei Fragen formulieren:

- Wie können sinnvolle und praktikable Dispositionshilfen für die konkrete Planung des betrieblichen Informationsbereiches - bei einem Schwergewicht der Diskussion auf der maschinellen Informationserstellung - entwickelt werden?

- Welche Kontrollmöglichkeiten stehen bei der maschinellen Informationsproduktion zur Disposition und inwieweit wird eine Anpassung der Prüfungshandlungen bei der Prüfung des Internen Kontrollsystems und der computererstellten Aufzeichnungen des Rechnungswesens erforderlich?

Der Untersuchung dieser Fragen sind die zwei Hauptteile der vorliegenden Arbeit gewidmet.

2 Auffächerung des betrieblichen Entscheidungsprozesses als Ausgangspunkt der Planung

20 Das Prinzip der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik

Wir gehen aus von dem von H. Koch formulierten leitungsorganisatorischen Prinzip der hierarchisch gespaltenen Unternehmenspolitik. Dieses Prinzip "findet sich in industriellen Großunternehmungen bereits seit langem praktiziert. Auch findet es sich seit längerem in der Literatur wiedergegeben,

wenn es auch vielfach nicht als explizites Prinzip formuliert ist."[1]

Das Prinzip "basiert auf dem Grundgedanken, daß das Erwerbsunternehmen ein System von Handlungen darstellt, welches durch die unternehmerischen Zielsetzungen definiert ist. Demgemäß wird unter der Unternehmensweise - sie bildet den Gegenstand der Unternehmenspolitik im ganzen - die Gesamtheit jener Merkmale (Ort, Zeit, Gegenstand und Verfahren) verstanden, welche die unternehmerischen Teilhandlungen charakterisieren.

Nun läßt sich aber ein und dieselbe Unternehmensweise auf verschiedenen Ebenen der Spezifikation mal globaler, mal detaillierter ausdrücken. 'Globalvariable' sind z. B. der Erzeugnistyp oder das technologische Prinzip der Fertigung. Entsprechende 'Detailvariable' sind etwa die einem Erzeugnistyp zugehörigen Produktvarianten ...

Dabei läßt sich jede Detailvariable (z. B. Erzeugnisvariante) durch Spezifikation einer entsprechenden Globalvariable gewinnen. Und umgekehrt: Jede Globalvariable (z. B. Erzeugnistyp) läßt sich durch begriffliche Verallgemeinerung einer entsprechenden Detailvariable bilden. Das Prinzip der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik beruht also darauf, daß sich zwischen bestimmten Unternehmensvariablen klassifikatorisch Beziehungen (Spezifikationsbeziehungen oder Generalisationsbeziehungen) herstellen lassen. Aufgrund dieser hierarchischen Ordnung der Unternehmensmerkmale verschiedener Spezifikationsgrade ist es möglich, die Unternehmenspolitik in globale und in detaillierte Entscheidungen aufzuspalten und diese Entscheidungsklassen verschieden hohen Leitungsinstanzen zuzuweisen."[2]

Aus dem leitungsorganisatorischen Prinzip der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik leitet H. Koch mehrere Planungsphasen ab, die "in hoher Abstraktion, d. h. bis auf einige wenige Hauptphasen komprimiert betrachtet"[3] werden. Es sind dies die Grundsatz-, die strategischen und die operativen Planungen. Letztere schließlich "dienen der Umsetzung der strategischen Planung in den Vollzug von Maßnahmen."[4]

Diesen aus dem leitungsorganisatorischen Prinzip der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik abgeleiteten Phasen stimmen nahezu alle Autoren zu, die sich um eine Auffächerung der Phasen bzw. der betrieblichen Entscheidungs-, Instanzen-, oder Managementebenen bemühen als Aus-

1 Koch (1972), S. 227; vgl. auch die dort angegebene Literatur.
2 Ebenda, S. 226 f.
3 Ebenda, S. 229.
4 Ebenda, S. 234.

gangspunkt für die Untersuchung der diesen entsprechenden Informationssysteme; auch wenn diese von anderen Grundüberlegungen ausgehen. Es sei gestattet, kurz die Auffächerung einiger Autoren darzustellen, ohne auf begriffliche Nuancen näher einzugehen.

Szyperski unterteilt in seiner Untersuchung der "Vorgehensweise bei der Gestaltung computergestützter Entscheidungssysteme"[1] in drei Prozeßebenen.

> "In einer groben Unterteilung werden allgemein drei Prozeßebenen unterschieden. Es sind hier die operationale, dispositive und strategische Ebene. Auf jeder dieser Ebenen werden Entscheidungen getroffen, Planungen durchgeführt. Durch Entscheidungen der 'höheren Ebenen' werden die Entscheidungsspielräume der darunter liegenden Ebenen eingeschränkt."[2]

In der amerikanischen Literatur wird meist das 'Framework for Analysis' von Anthony zugrunde gelegt[3], der in Strategic Planning, Management Control und Operational bzw. Technical Control unterteilt.[4]

> Strategic planning is the process of deciding on objectives of the organization, on changes in these objectives, on the resources used to attain these objectives, and on the policies that are to govern the acquisition, use and disposition of these resources."[5] "Management control is the process by which managers assure that resources are being used effectively and efficiently in the accomplishment of the organization's objectives."[6] Unter 'operational control' als der dritten Kategorie versteht Anthony: "the process of assuring specific tasks are carried out effectively and efficiently."[7]

---

1 Szyperski (1971).
2 Ebenda, S. 40; in einem an anderer Stelle vorgetragenen regelungstheoretischen Ansatz verknüpft Szyperski Gestaltungs-, Beurteilungs- und Effizienzfunktionen der Objekt-, Dispositions- und Strategieprozesse und folgert daraus: "Die Frage der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes computergestützter Systeme muß daher im größeren Zusammenhang gesehen und unter Berücksichtigung der subjektbezogenen Bewertungsfunktionen ... beantwortet werden." Szyperski (1970), S. 60.
3 Vgl. Anthony (1964) und Anthony (1965).
4 In seinem Buch spricht Anthony von 'operational control' und in einem kurz zuvor erschienenen Aufsatz von 'technical control'; vgl. Anthony (1964), S. 104 ff.
5 Anthony (1965), S. 25.
6 Ebenda, S. 27.
7 Ebenda, S. 69.

Ausgehend von einer grundlegenden Systematik der Betriebsprozesse[1] unterscheidet Grochla in vergangenheitsbezogene Informationssysteme, "deren Funktionsbereich durch die Realisationsebene bestimmt wird"[2], und in zukunftsbezogene Informationssysteme. Und weiterhin: "Nach der zeitlichen Ausdehnung der Zukunftsorientierung und Einsatzebene sind dispositive und strategische Informationssysteme zu unterscheiden."[3]

W. Müller geht von den verschiedenen Aufgabenstellungen aus, die auf den unterschiedlichen Ebenen der betrieblichen Hierarchie zu bewältigen sind. "Unterscheidet man die Aufgabenerfüllung in der Unternehmung nach Gutenberg zunächst in ausführende und dispositive Tätigkeiten, so zeigt sich, daß zumeist nur für dispositive Tätigkeiten ein großer, variabler Informationsbedarf besteht, ..."[4] Den "Bereich der dispositiven Tätigkeiten, bei großzügiger Interpretation auch als Management oder Unternehmensführung zu bezeichnen"[5] unterteilt Müller weiter in Betriebs- und Unternehmensleitung. "Unter Betriebsleitung sei dabei die untere Ebene des Managements verstanden, die mit der kurzfristigen Planung und Kontrolle der ausführenden Tätigkeiten befaßt ist."[6] Während die Hauptaufgaben der Unternehmensleitung in der strategischen Planung und in der Kontrolle der Betriebsleitung liegen.

---

1 Auf diese Systematik der Betriebsprozesse können wir hier nicht näher eingehen; vgl. insbesondere Grochla (1964). Allgemein unterscheidet Grochla in eine materielle und eine formale Seite des betrieblichen Leistungsprozesses. Die materielle Seite umfaßt den realen Prozeß mit den Phasen Beschaffung, Produktion und Absatz sowie den nominalen Prozeß der Finanzierung. "Der Formalprozeß bezweckt die gedankliche Vorbereitung betrieblicher Handlungen, und zwar einmal unmittelbar durch datenverarbeitende Akte im Sinne betrieblicher Planung, zum anderen aber auch durch Kontrollen, deren Ergebnisse bei künftigen Planungen nutzbringend verwendet werden können." Grochla (1966), S. 66 f.
2 Grochla (1970), S. 27.
3 Ebenda.
4 W. Müller (1970), S. 31.
5 Ebenda.
6 Ebenda.

Wir wollen uns dieser Dreiteilung in der Literatur anschließen und sprechen im folgenden von strategischer, operativer und Ausführungsebene, insbesondere wenn wir in Abschnitt 3 die unterschiedlichen Informationsanforderungen verschiedener Entscheidungsklassen diskutieren.

21 Nacheinandergeschaltete Teiloperationen

Neben dieser hierarchischen, mehr vertikalen Aufspaltung in Entscheidungsebenen wird die ebenfalls in der Literatur diskutierte horizontale Aufspaltung des Entscheidungsprozesses[1] wichtig für die Erörterung der Problematik des Meta-Entscheiders und später für die Planung der Anforderungen an ein MIS. Hier wird bei gegebener Leitungsebene in verschiedene Phasen des Entscheidungsprozesses aufgefächert. Der "bekannten Einteilung Simons in Intelligence/Design/Choice"[2] sei zuerst Beachtung geschenkt.

> "The first phase of the decision making process, searching the environment for conditions calling for a decision, I shall call intelligence activity ... The second phase-inventing, developing, and analyzing possible courses of action - I shall call design activity. The third phase-selecting course of action from those available - I shall call choice activity."[3]

Davon ausgehend unterscheidet Simon in programmierte und nicht programmierte Entscheidungen. Nicht programmiert ist eine Entscheidung in dem Ausmaß, als sie wegen ihrer Neuartigkeit, Kompliziertheit und Wichtigkeit eine individuelle ad-hoc-Behandlung erfährt. Die programmierte Entscheidung ist sich wiederholend und routinemäßig. Sie ist programmiert in dem Ausmaß, als eine explizite generelle Instruktion

---

1 "Grundsätzlich kann zwischen zwei Richtungen unterschieden werden, in die Ergebnisse einzelner Entscheidungsprozesse fließen können, um zum Input anderer Entscheidungen zu werden: Die Entscheidungsergebnisse bleiben in einem Falle auf der jeweiligen Entscheidungsebene (nacheinandergeschaltete Entscheidung) und wirken im anderen Falle auf eine andere Entscheidungsebene ein ..." Szyperski (1971), S. 40f.
2 Mertens (1972), S. 346.
3 Simon (1960), S. 4.

präfabriziert ist, um diese Entscheidung zu handhaben, "so that they don't have to be treated de novo each time they occur."[1]

Szyperski gliedert noch tiefer in sechs Gruppen von Teilaufgaben,

> "... die man drei Phasen der Problemlösung zuordnen kann: (a) Kognitive Phase (1) Problemwahrnehmen ... (2) Problemerkennen,-identifizieren und strukturieren (b) Konzeptionale Phase (3) Generieren zuverlässiger Lösungsalternativen ... (4) Lösung des realen Problems auf der Konzeptebene in eine befriedigende Form bringen und wenn möglich optimieren ... (c) Reale Phase (5) Anweisen (Programmieren) der Vorgehensweise bei der realen Problemlösung (6) Praktische Lösung des realen Problems."[2]

Ähnlich geht Grochla aus

> "... von einer Gliederung des Entscheidungsprozesses in die Phasen (1) Problemerkennung, (2) Problemanalyse, (3) Bildung und Berechnung von Entscheidungsalternativen, (4) Beurteilung der Entscheidungsalternativen und (5) den Entscheidungsakt selbst."[3]

Betont wird immer wieder die Komplexität und die iterative, vielfach verzahnte Natur des Entscheidungsprozesses.[4]

---

1 Simon (1960), S. 6.
Durch die Verwendung eines sehr weiten Entscheidungsbegriffes (vgl. dazu unsere Erörterungen im folgenden Abschn. 220 und zur Nieden (1971), S. 27), gelangt Simon zu einem dreistufigen Organisationsmodell. "An organization can be pictured as a threelayered cake. In the bottom layer we have the basic work processes ... In the middle layer, we have the programmed decision-making processes, the processes that govern the day-to-day operation ... In the top layer, we have the non-programmed decision-making processes, the processes that are required to design and redesign the entire system, to provide it with its basic goals and objectives, and to monitor its performance." Simon (1965), S. 98.

2 Szyperski (1971), S. 42 f.

3 Grochla (1970), S. 31.

4 Jede Phase oder Teiloperation im Ablauf einer Entscheidungsfindung ist selbst wiederum ein komplexer Entscheidungsprozeß. "The design phase, for example, may call for new intelligence activities; problems at any given level generate subproblems that in turn have their own intelligence, design and choice phases and so on. There are wheels within wheels."
Simon (1960), S. 4.

"No mere description can do full justice to its complexity."[1] Wir wollen uns obigen bekannten Auffächerungen anschließen[2] und von folgenden Teiloperationen ausgehen: (1) Problemerkennung und -analyse als der Erfassung des Entscheidungsfeldes[3], (2) Bildung, Berechnung und Beurteilung der Alternativen als die Fixierung der einzubeziehenden alternativen Handlungsweisen[4], (3) Auswahl und Entscheidungsakt selbst.

22 Informationsdilemma und Meta-Entscheidung

220 Einordnung der Meta-Entscheidung

Bei einer sehr weiten Fassung des Entscheidungsprozesses besteht dieser "aus der eigentlichen Wahlhandlung (oder Entscheidung im engeren Sinne) und vor- und nachgeschalteten Datenverarbeitungsschritten. Faßt man den Begriff der Entscheidung weit, dann lassen sich alle diese geistigen Tätigkeiten als Teilentscheidungen bezeichnen."[5] Szyperski spricht hier von 'nacheinandergeschalteten Entscheidungen';

---

1 Emery (1969), S. 131.

2 Insbesondere auch, weil diese Autoren ihre Aufteilungen auf die Gestaltung von Informationssystem hin entwickelt haben. Zu anderen Einteilungen und weiteren Ausführungen vgl. Berthel (1967), S. 97 ff.; Wild (1969), S. 4; Witte (1964); derselbe (1968a); derselbe (1968b); Kirsch (1970a), S. 72 ff.; Mag (1971), S. 806; Wild (1971), S. 330 ff.

3 Engels definiert Entscheidungsfeld "als die Menge und Art der Personen und Sachen, die durch einen Willensakt direkt oder indirekt beeinflußt werden können, und die Gegebenheiten der Umwelt, die den Erfolg des Willensaktes beeinflussen." Engels (1962), S. 94.

4 Vgl. Koch (1970), S. 13.

5 Zur Nieden (1971), S. 25 f.
Die Abgrenzung von weitem und engem Entscheidungsbegriff ist dem Problem der Grenzziehung zwischen Daten und Informationen ähnlich. Je näher die Daten zum Entscheidungsprozeß stehen, desto eher spricht man von ihnen als Informationen. Denn: "Ihre Relevanz für den Entscheidungsprozeß ergibt sich aus ihrer jeweiligen Entscheidungsnähe." (Wacker (1971), S. 39). Dann gibt es je nach Ausweitung des Entscheidungsprozesses verschiedene Grenzziehungen zwischen Daten und Informationen. So ergibt sich die Ansicht von Wacker: "Informationen und Daten werden synonym verwendet." (Wacker (1971), S. 39). Wir wollen an dieser Stelle nicht auf die einzelnen Argumente für die Trennung von Daten und Informationen eingehen. Müller meint sogar, es fällt "schwer, den praktischen Wert der Trennung zwischen Daten und Informationen zu erkennen." (Müller (1970), S. 28). Zu einer eingehenden Diskussion der Abgrenzungsproblematik unter Einbeziehung der Linguistik, Philosophie, mathematischen Informationstheorie u.a. Disziplinen vgl. insbes. Schweiker (1966) und Schulz (1970).

diese werden vornehmlich auf der unteren Ebene "in Arbeitsanweisungen festgelegt, mit Hilfe von Ablaufdiagrammen beschrieben und durch verzweigte einschichtige Programme maschinentechnisch implementierbar gemacht."[1]

Hier wird der Zusammenhang zwischen den vertikalen und horizontalen Auffächerungen besonders deutlich. Denn auch wenn ein programmiertes Entscheidungsmodell mehrere gleichrangige oder sogar optimale Lösungen ausgibt, so ist immer

> "... auf die 'unternehmerische Entscheidung', d. h. den notwendigerweise personell zu vollziehenden Entscheidungsakt hinzuweisen. Dieser kann sich konkretisieren in der Auswahl einer Lösung aus mehreren gleichrangig definierten Alternativen oder der ausdrücklichen Anerkennung einer Lösung, wenn das Entscheidungsmodell bereits alle anderen Alternativen ausgeschlossen hat."[2]

Ein Computerprogramm, das Zugang zu Lager-, Lieferanten-, Nachfrage-, Kosten- u.a. Dateien hat, könnte z. B. erkennen, wann ein Problem vorliegt - z. B. Unterschreitung der Meldemenge -, mit Hilfe eines Entscheidungsmodells auf der Basis des neuesten Standes der Dateien optimale Bestellmengen ausrechnen und den Lieferanten auswählen, und schließlich versandfertige Aufträge ausdrucken oder sogar automatisch Großlieferanten die Auftragsdaten übermitteln.

Hier sind für jede Teiloperation die jeweilige Informationsbasis nach Art und Umfang und der jeweilige Verarbeitungsalgorithmus vorgegeben und in einem Computerprogramm implementiert. Dazu muß vor Codierung und Programmlauf eine Grundsatzentscheidung die anzuwendenden Entscheidungsregeln und ihre Verknüpfung mit den Dateien festlegen. Der Computer verrichtet dann mit Hilfe des Programms Teiloperationen bei der Bestellentscheidung; man darf aber mit K. Hax feststellen: "die 'echte' Entscheidung erfolgt vielmehr bei der Festlegung des Programms."[3]

---

1 Szyperski (1971), S. 41.
2 Grochla (1971), S. 27 f.
3 K. Hax (1971), S. 14.

Dies muß auch aus dem Prinzip der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik abgeleitet werden. Je detaillierter die Unternehmensweise spezifiziert ist, desto formalisierbarer wird zwar der Entscheidungsprozeß. Jedoch muß irgendeine Leitungsinstanz über der Ausführungsebene vorher eine globalere Entscheidung oder Grundsatzentscheidung[1] getroffen haben; denn es ist immer ein und dieselbe Unternehmensweise, die nur verschiedengradig spezifiziert wird.

Für das Bestell-Computerprogramm mußte der Spezifikationsgrad der betreffenden Unternehmensvariablen vorher festgelegt sein. Dann erst können die Lager-, Kosten-, Lieferanten- u.a. Dateien eingerichtet, mit den neuesten Daten auf dem laufenden Stand gehalten werden und durch Verknüpfung der Dateien mit den vorgegebenen Verarbeitungsalgorithmen ein Bestellauftrag erstellt werden. Sehr vereinfacht entsprechen die Dateien der Informationsstruktur und die Verarbeitungslogik der Entscheidungsregel. Die Entscheidung darüber ist die Meta-Entscheidung. Damit ist die Meta-Entscheidung in den betrieblichen Entscheidungsprozeß, in die "zwei Grundrichtungen im Entscheidungsaufbau"[2] eingeordnet.

---

1 H. Koch unterscheidet zwischen Aktionsentscheidungen (ad-hoc-Entscheidungen) und Grundsatzentscheidungen. Unter letzteren "werden Entscheidungen über Entscheidungsregeln verstanden, die für sämtliche zukünftige Situationen, in denen über die betreffende Unternehmensvariable zu befinden ist, gelten." (Koch (1972), S. 223, Fußnote 1). Dazu werden im Rahmen der Grundsatzplanung Entscheidungsgrundsätze (policies) als präfabrizierte Entscheidungen entwickelt; vgl. Koch (1972), S. 229 f.

2 Szyperski (1971), S. 40.

221 Informationsdilemma

Das Informationsdilemma läßt sich wie folgt darstellen:

Die Entscheidung über die optimale Aktion a aus A - sie sei E_a genannt - verlangt Informationen, damit eine Entscheidung - sie sei E_b genannt - über Gewinnung und Verarbeitung dieser Informationen (Y_1). E_b verlangt schon gewisse Informationen (Y_2). Da diese Informationen erst gewonnen oder zumindest erst gedanklich verarbeitet werden müssen, wird wiederum eine Informationsentscheidung E_c verlangt. Diese Entscheidung (E_c) verlangt eine vorausgehende E_d usw. Der Einbezug der Information setzt "letztlich Informationen über die Informationsgewinnung voraus."[1] Dies "sieht nach einer unendlichen Hierarchie von Informationsentscheidungen aus, die nur abgeschnitten werden kann, wenn man von einem irgendwie gegebenen Informationsstand ausgeht, sei dieser noch so rudimentär und unbedeutend."[2]

$$E_a \leftarrow Y_1 \leftarrow E_b \leftarrow Y_2 \leftarrow E_c \leftarrow Y_3 \leftarrow \ldots$$

Für das ökonomische Problem der Kostenermittlung für Informationen ergibt sich daraus: "Will man die Informationskosten in das Optimierungskalkül einbeziehen, so ist es nur konsequent, auch der Tatsache Rechnung zu tragen, daß es zur Kostenermittlung wiederum der Information und eines Faktoreinsatzes bedarf ... Es ergibt sich fortlaufend die Notwendigkeit, Informationen über Informationskosten zu beschaffen."[3] Da hier für die Informationsproduktion eine unendliche Reihe von Faktoreinsätzen postuliert wird, ist logisch ihre Kostenermittlung nicht möglich.

---

1 Meffert (1968), S. 71.
2 Gäfgen (1968), S. 129.
3 Mellwig (1972), S. 56; vgl. auch Loitlsberger (1963), S. 124 f.

Es mag jetzt schon einsichtig sein, wie die unendliche Hierarchie die Bestimmung des Informationswertes logisch verbietet. Wie sollen die positiven Konsequenzen einer Informationsentscheidung bewertet werden, wenn gerade infolge des Informationsmangels nicht schon vor der Informationshandlung bekannt sein kann, welche Erfolge der Aktion a ε A durch eine in Art und Ausprägung unbekannte Information ermöglicht werden? Die Entscheidung über diese unbekannte Information ist immer eine Entscheidung unter Informationsmangel, welcher wiederum eine Informationsentscheidung erfordert; womit auch bei der Informationswertbestimmung das logische Problem der unendlichen Hierarchie auftritt.[1]
Damit muß man wohl der Aussage Mellwigs zustimmen, daß es unmöglich erscheint, "die Entscheidung über den Informationsumfang in die Hauptentscheidung über die unternehmerische Handlungsweise einzubeziehen, wie es vom theoretischen Standpunkt aus gesehen zu fordern ist. Dies gilt zumindest dann, wenn man die Unternehmungstheorie als exakte Analyse versteht."[2] Die Aussagen der Literatur reichen hierzu von "bisher noch ungelösten Fragen"[3], über "dann wird das Problem hoffnungslos kompliziert"[4], zu "weithin ungelöstes Problem."[5]

Die Annahme einer Meta-Entscheidung kann das Informationsdilemma sicher nicht aufheben. Denn man könnte doch fragen:

---

1 Auf den marginalanalytischen Ansatz zur Lösung des Informationsproblems, der naheliegt und der deshalb in der Literatur häufig angedeutet wird, muß hier nicht näher eingegangen werden. Dazu sei auf die deutlichen Ausführungen von Teichmann und die dort angegebene Literatur verwiesen; vgl. Teichmann (1971), S. 754. "Abgesehen davon, daß nicht geklärt ist, was der Nachteil und der Vorteil der Information ist," (Teichmann (1971), S. 754), meint auch Teichmann, daß so das Problem nicht operational lösbar ist. Allerdings sei hierzu auf das wohl bekannteste unter vereinfachten Annahmen konstruierte Beispiel von Stigler hingewiesen; vgl. Stigler (1961) und zur Nieden (1971), S. 49 ff. Vgl. auch die neueren Ausführungen und das Rechenbeispiel mit gegebenem Informationswert als Belohnung in einem Quiz von Mag (1971), S. 820 - 825.
2 Mellwig (1972), S. 67.
3 Grochla (1970), S. 32.
4 Mag (1971), S. 825.
5 zur Nieden (1971a), S. 301.

Was kostet eine Meta-Entscheidung, bei der auch Informationserfassungs-, Verarbeitungs-, Ausbildungs- u.a. Kosten angesetzt werden müßten? Welcher Wert, der aus einer möglichen Verbesserung bei der Ausführung der Maßnahmen resultiert, ist einer Meta-Entscheidung zuzurechnen? Schließlich gibt es doch auch eine Hierarchie von Meta-Entscheidungen?

Jedoch gehen die entsprechenden Untersuchungen in der Literatur, wie der Ansatz Marschaks und die meisten darauf aufbauenden Untersuchungen[1] von der Annahme eines Meta-Entscheiders bzw. dessen Wissen über Informationsstrukturen und Entscheidungsregeln aus. Somit hat die Annahme bzw. Vorgabe einer Meta-Entscheidung den Nachteil, daß Kosten und Wert der Meta-Entscheidung, d. h. des Kalküls über optimale Informationsstrukturen und Entscheidungsregeln nicht berücksichtigt werden.[2]

Bevor wir den Nachteil dieser Annahme für die praktischen Belange der Planung des betrieblichen Informationsbereiches relativieren, sei ein kurzer Exkurs gestattet, um den weitreichenden, erkenntnistheoretischen Bezug der Problematik des Informationsdilemmas zumindest anzudeuten.

---

1 Vgl. insbes. die Monographie von Marschak und Radner (1972) und die Einzelbeiträge von Marschak (1954), (1955), (1959), (1960a), (1960b), (1963), (1964), (1968a), (1968b), (1971a), (1971b). Aus den weiteren Beiträgen im anglo-amerikanischen Schrifttum sei verwiesen auf: Beckmann (1958); Radner (1959); Stigler (1961); Raiffa und Schlaiffer (1961), S. 79 ff.; McGuire (1961); Rappaport (1967); Miyasawa und Marschak (1968); Feltham (1968); Emery (1969), S. 66 ff.
Vgl. die Beiträge von Albach (1961), (1962), (1967), (1969a), (1969b), (1969c); H. Hax (1965) und (1969); Bössmann (1967); Menges (1968a) und (1969); Teichmann (1971); sowie zur Nieden (1971), S. 43 ff.; so geht z. B. zur Nieden für seine gesamte Untersuchung, die zu einer Fülle wichtiger Ergebnisse führt, aus vom "Standpunkt eines gedachten Organisators", vgl. zur Nieden (1971), S. 13.

2 Inwieweit es organisationstheoretischen Ansätzen, wie "dem analytischen Ansatz der Teamtheorie, die beim gegenwärtigen Entwicklungsstand komplexere Systemzusammenhänge noch nicht bewältigen kann," (Frese, (1970), S. 277) oder den bisher entwickelten Simulationsansätzen (einer der bekanntesten ist der von Bonini (1967); vgl. auch W. Müller (1969)) gelingt, die Annahme der Meta-Entscheidung zu überwinden, sei hier nicht weiter untersucht auf ihre Operationalität und prinzipielle Bedenklichkeit; denn "die Teamtheorie klammert die Zielfrage ex definitione aus" (Frese (1970), S. 277) und bei anderen erscheint das System von Zielplanungen problematisch (vgl. zu dieser Problematik den Exkurs bei H. Koch (1972), S. 238 ff.).

222 Exkurs: Informationsdilemma und Induktionslogik

Bei den oben erörterten nacheinandergeschalteten 'Teilentscheidungen' bzw. Teiloperationen wurde die erste Phase von den verschiedenen Autoren u.a. mit Intelligence (Simon), Kognitive Phase (Szyperski) oder Problemerkennung (Grochla) beschrieben. Da es sich hier um Erkennen von Problemen handelt, liegt es nahe, den Bezug zur Erkenntnistheorie aufzuzeigen. Der Induktionslogik unterstellt Popper das von ihm so genannte "Problem der Induktion". Es sei nun die Frage gestattet, ob dieses - soweit man Popper in seiner Beurteilung folgt - dem logischen Problem des Informationsdilemmas ähnlich ist.

Der Kerngedanke der unendlichen Hierarchie war doch: Eine Entscheidung verlangt immer eine vorausgegangene Information, die wiederum eine vorausgegangene Entscheidung verlangt.

$$E_a \leftarrow Y_1 \leftarrow E_b \leftarrow Y_2 \leftarrow E_c \leftarrow Y_3 \leftarrow \ldots$$

Nur ist jede Entscheidung im Sinne einer Instruktion und jede Information nur als Darstellung eines Sachverhaltes, als ein Satz (S) ausdrückbar; denn "Erfahrungen (Beobachtungen, Ergebnisse von Experimenten) können wir ... nur in besonderen Sätzen aussprechen."[1] Und "jede Darstellung verwendet allgemeine Zeichen, Universalien, jeder Satz hat den Charakter einer Theorie, einer Hypothese."[2] "Will man nun die Sätze ... nicht dogmatisch einführen, so muß man sie begründen. Verlangt man eine logische Begründung, so kann man Sätze nur auf Sätze zurückführen: die Forderung nach logischer Begründung (das 'Vorurteil des Beweises' sagt Fries) führt zum unendlichen Regreß."[3]

$$S_1 \leftarrow S_2 \leftarrow S_3 \leftarrow \ldots$$

---

1 Popper (1966), S. 3.
2 Ebenda, S. 61.
3 Ebenda, S. 60.

Da Entscheidungen und Informationen nur als Sätze ausdrückbar sind und bei der unendlichen Hierarchie von Informationsentscheidungen Entscheidungen immer wieder durch Informationen et vice versa begründet werden, wäre ein unendlicher Regreß der Rückführung von Sätzen auf Sätze gegeben. Bei dieser Betrachtungsweise wäre das Informationsdilemma ähnlich dem von Popper gesehenen unendlichen Regreß der Induktionslogik.

Nun könnte man zwei Fragen stellen:

(1) Angenommen, der erkenntnistheoretischen Auffassung Poppers würde zugestimmt und sie wäre weiterhin auf die konkrete Situation der Entscheidung über zusätzliche Informationen übertragbar, wäre sie in der Lage, dem Informationsdilemma zu begegnen?

(2) Könnte diese Frage bejaht werden, müßte dann nach der Zustimmung zu dieser Auffassung und ihrer Übertragbarkeit gefragt werden.

Damit sei es gestattet, den Exkurs abzuschließen, denn eine Beantwortung dieser Frage würde uns tief in den Streit der Erkenntnistheorie und in die Wahrscheinlichkeitslogik führen.

223 Ergebnis

Den Ausgangspunkt unserer Überlegungen bildete eine Auffächerung des betrieblichen Entscheidungsprozesses mit Hilfe des 'leitungsorganisatorischen Prinzips der hierarchisch gespaltenen Unternehmenspolitik' und den in der Literatur diskutierten 'nacheinandergeschalteten Teilentscheidungen' auf einer Managementebene. Damit haben wir schon eine über die Grundlagenbildung hinausgehende Vorleistung erbracht, wenn wir in Abschnitt 3 die Informationsforderungen des Managements im Rahmen eines computergestützten MIS erörtern.

Die Problematik der Annahme einer Meta-Entscheidung wurde deutlich im Zusammenhang mit dem logischen Problem des Informationsdilemmas. Die Annahme einer Meta-Entscheidung hatte den Nachteil, daß deren Kosten und Wert nicht berücksichtigt wurden. Der Nachteil dieser Annahme wird jedoch durch folgende Überlegungen stark relativiert.

Je größer die Anzahl der Entscheidungsebenen bis zur Ausführungsebene ist, "desto schwieriger gestaltet sich der Prozeß der Erfolgszurechnung für eine Information. Mit abnehmender Informationsebene ist dementsprechend eine zunehmende Bestimmbarkeit des Ursache-Wirkungsverhältnisses von Informationen und durch sie bewirkter Aktionen und Reaktionen feststellbar. Bei möglicher Erfolgszurechnung läßt sich der Wert einer Information durch bewirkte Ertragssteigerung auf der Objektebene messen."[1]
Man darf folgern: Je näher die operative Ebene an der Ausführungsebene liegt, desto genauer werden Wert- und Kostenberechnungen alternativer Informationsstrukturen. Zweitens sei vorweggenommen, daß Computersysteme im Rahmen von MIS (noch) überwiegend zur Unterstützung der unteren Mangementebenen eingesetzt werden.

Aus diesen zwei Gründen wird es zum Teil möglich sein, in Abschn. 3 mit vergröberten Wertberechnungen von Informationsstrukturen und durch Konzentration auf die Kosten der Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Verarbeitung bei computergestützten MIS einen großen Teil des Wertes und der Kosten 'in den Griff zu bekommen'. Hier liegen auch die vom wirtschaftlichen Ausmaß her bedeutenden Probleme, da immer gewaltigere Investitionen in den Großunternehmen getätigt werden für den Einsatz von Programm- und Computersystemen - für die das mechanische Zeitalter ablösende Maschine der achtziger Jahre.[2]

---

1 Grochla (1970), S. 19 f.
2 Vgl. Binger (1967).

3 Planung betrieblichen Informationshandelns

30 Zur Planung von Mangement-Informationssystemen

300 Zweck und Konzeption des Mangement-Informationssystems

Unser Ziel ist, für die konkrete Planungssituation im Informationsbereich vergröberte Entscheidungshilfen zu entwickeln.[1] Dazu gilt es, "die Möglichkeiten der Bildung sinnvoller, zugleich aber auch praktikabler"[2] Kriterien für die Planung der Informationsstrukturen und damit der Planung von Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Verarbeitung auszuloten.

Unserer Vorgehensweise der Vergröberung entsprechend ist der Abschn. 3 unserer Untersuchung wie folgt aufgebaut. Zunächst sei die MIS-Konzeption, der in der betrieblichen Praxis große Bedeutung zugemessen wird, abgeleitet. Dann werden Möglichkeiten zur Vergröberung der Wertbeurteilung aufgezeigt und Kriterien zur Planung computergestützter MIS untersucht. Damit ist ein Anliegen des Abschn. 3 unserer Untersuchung erfüllt. Dieses läßt sich etwas vereinfacht als die Untersuchung der Frage formulieren: Was soll das MIS produzieren?

---

1 Zu einer allgemeinen Charakterisierung der Vorgehensweise zu theoretischen Sätzen Grobausdrücke zu bilden, welche als praktikable Kriterien Anwendung finden können, vgl. Koch (1970), S. 17 f. und S. 89 ff.
Unter Anerkennung der Besonderheiten und der Reife der Analyse des Informationsbereichs, denn die "informationswirtschaftlichen Probleme der Unternehmung haben noch nicht annähernd jene Reife erreicht, welche die übrigen Sachaufgaben auszeichnet," (Wacker (1971), S. 264) fordern viele betriebswirtschaftliche Autoren entsprechend dem in der anglo-amerikanischen Lehr- und Forschungspraxis allgemein verwendeten Begriff der 'information economics' die Abgrenzung eines besonderen Untersuchungsgebietes der Betriebswirtschaftslehre.
Vgl. u.a. Bierfelder (1968): "Ausbau einer speziellen Betriebswirtschaftslehre neben der des Treuhand- und Revisionswesens", ebenda, S. 13; Grochla (1969); Schulz (1970) definiert in seinen "Gedanken zu einer Informationsbetriebslehre" letztere wie folgt: "Unter Informationsbetriebslehre soll die Gesamtheit aller wirtschaftlichen Vorgänge verstanden werden, die der Bearbeitung und Übertragung von Informationen dienen." (Schulz (1970), S. 104); Wild (1970), S. 51; ders. (1971), S. 344.

2 Koch (1970), S. 16.

In den Abschnitten 31 - 34 wollen wir die Frage untersuchen: Wie soll ein computergestütztes MIS die geplanten Informationen produzieren? Hier diskutieren wir ausführlich die Planung der Teilhandlungen im Informationsbereich. Dabei wollen wir so vorgehen, daß wir Erfassung, Speicherung und Kommunikation jeweils separat analysieren und zum Schluß bei der Verarbeitung in Abschnitt 34 diese Überlegungen mit Hilfe eines Simulationsprogrammes zu einer Gesamtplanung zusammenfassen.

Das Schwergewicht unserer Untersuchung werden wir auf die Planung des maschinellen Informationshandelns legen. Hier reizen uns die ökonomischen Probleme, weil wir dabei zu operationalen Untersuchungsergebnissen gelangen und weil bei Einsatz der modernen kostspieligen Informationstechnologie eine unter streng ökonomischer Fragestellung ausgeführte systematische Planung die größten Vorteile verspricht gegenüber den bisherigen, meist technisch ausgerichteten, sich oft in Kostenüberlegungen erschöpfenden und nur sporadischen Planungen im Informationsbereich. "It is common today to find companies that spend more than $ 100.000 per month on their computer operation; yet many decisions affecting the selection and operation of computers are still done very much on an ad hoc basis."[1]

Voraussetzung der Planung allen Informationshandelns ist eine Analyse des Entscheidungsprozesses und der ökonomischen Konsequenzen der daraus resultierenden Handlungen. Diese Analyse ist Voraussetzung für die Ermittlung der ökonomisch sinnvollen Information und damit der Planung von Art und Umfang der vier Teilhandlungen im Informationsbereich.

Bei starker Vergröberung kann man sich den betrieblichen Informationsbereich oder noch konkreter die EDV-Abteilung als den Treffpunkt von Angebot und Nachfrage innerbetrieb-

1 Schwab (1968), S. 61.

licher Informationsleistungen vorstellen.[1] Die Gesamtnachfrage ist die Aggregation der Einzelnachfragen eines oder mehrerer Organisationsteilnehmer. Die Bestimmung der Einzelnachfrage ist gleich der Bestimmung des Wertes der durch die nachgefragten Verrichtungen produzierten Informationen. Je höher der Informationswert, desto mehr Leistungen im Erfassungs-, Speicher-, Kommunikations- und Verarbeitungsbereich werden nachgefragt.

Das gleiche Problem wird bei der Planung von MIS angesprochen mit der Problematisierung von: "Anforderungen an ein MIS"[2], Informationsbedarf und Anforderungen an das Informationssystem[3], Bestimmung des Informationsbedarfs[4], "Entwicklung von Konzeptionen ..., die auf die jeweiligen spezifischen Informationsbedürfnisse abgestellt sind"[5], "Analysis of Information Requirements"[6] oder "Specification of Information needs"[7]. Dabei werden auf verschiedengradig konkretem Diskussionsniveau Aussagen getroffen über Art, Genauigkeit und Häufigkeit von Informationen, Zeiterfordernisse, Berichtsformen, organisationspsychologische und viele andere Merkmale, die bei der konkreten Planung von Informationsanforderungen eines MIS zu berücksichtigen sind.

---

1 Die Angebot/Nachfrage-Konzeption wird insbes. bei Rechenzentren von Großunternehmen deutlich, wenn die nachfragenden Betriebsabteilungen, Zweigwerke oder Filialen mit Verrechnungspreisen belastet werden. Deren Ziel ist es, die Nachfrage nach Speicherplatz, Computerzeit u.a. mit der Kapazität der Computer-Installation et vice versa nach vergröberten ökonomischen Kriterien abzustimmen.

Die noch wenig umfangreiche Literatur auf diesem Gebiet diskutiert flexible Verrechnungspreise für Computersysteme anhand der folgenden vier Modelle: (1) Dynamisches Berichtigungsmodell, (2) Modell des höchsten Bieters, (3) Modifiziertes Bieter-Modell, (4) Prioritäts-Warteschlangen-Modell. Vgl. Singer/Kanter/Moore (1968); Nielsen (1968); Diamond und Selwyn (1968); Smidt (1968); Sharpe (1969), S. 442 ff.; Nielsen (1970).

2 Wahl (1969), S. 20 ff.

3 Müller (1970), S. 30 ff.

4 "Die Analyse und Bestimmung des Informationsbedarfs des gesamten Entscheidungssystems und des einzelnen Entscheidungsträgers gehören zu den Kernaufgaben der Systemgestaltung". Szyperski (1971), S. 59.

5 Grochla (1971), S. 32.

6 Ackoff (1967), S. 32 f.

7 Nichols (1969), S. 32 f.

Zur Planung des Angebots muß der Disponent aus der Menge der technologisch möglichen Kombinationen von Produktionsfaktoren, die jeweils für eine Nachfrage kostengünstige aussuchen. Diese Vorgehensweise ist analog der Bestimmung jeder Produktionsfunktion[1] als einer Abfolge der bei alternativen Ausbringungen gültigen Minimalkostenkombinationen. Allgemein kann man bei der Kombinationsmöglichkeiten der Produktionsfaktoren zur Ausführung der Verrichtungen im Erfassungs-, Speicher-, Kommunikations- und Verarbeitungsbereich von Produktionsalternativen oder stark vergröbert von alternativen Computerkonfigurationen sprechen.

Das allgemeine Planungsziel ist es dann, den Wert mit den Kosten der Informationsproduktion auszugleichen oder in den Worten der Angebot/Nachfrage-Konzeption ausgedrückt: Es gilt, die innerbetriebliche Nachfrage nach Informationsleistungen, die Informationswerte und Informationsanforderungen repräsentiert, mit dem Angebot, das Kapazität, technischen Prozeß und die Kosten der Informationsproduktion repräsentiert, zum Ausgleich zu bringen. Somit entsprechen die alternativen Informationsstrukturen der theoretischen Analyse vergröbert den alternativen Angebot/Nachfrage-Kombinationen in der konkreten Situation der Planung von MIS.

Dieser so abgeleiteten Vergröberung sei mit folgender Definition des MIS gerecht zu werden versucht: Ein MIS ist eine Kombination von Produktionsfaktoren zur Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Verarbeitung von Daten, um Informationen für den betrieblichen Entscheidungsprozeß

---

1 Bei ihrer Definition von MIS sprechen Kriebel und van Horn sogar explizit von der 'Produktionsfunktion eines MIS'; vgl. Kriebel und van Horn (1971), S. 17.

- das Management[1] - zu produzieren. Um die konkrete Ausfüllung des zweiten Halbsatzes - der Nachfrageseite - wollen wir uns im weiteren Verlauf dieses Abschnitts bemühen und um die Konkretisierung der Produktionsseite in den Abschnitten 31 und 34.

Es erscheint müßig, auf die umfangreiche Diskussion in der Literatur über die Definition von MIS einzugehen. Unter den zahlreichen Autoren, die sich zu MIS äußern, ist der Begriff wegen verschiedener und oft fehlender Definition von Management, Information, System und Systembeziehungen

---

1 Der aus dem anglo-amerikanischen Sprachbereich stammende Begriff des 'Managements' wird hier dem des 'betrieblichen Entscheidungsprozesses' gleichgesetzt. Denn: "Decision making is the essence of this thing called 'management'. Decision making is really choosing." (Horngreen (1967), S. 775). Ähnlich der zweifachen Auffächerung des betrieblichen Entscheidungsprozesses: hierarchische Spaltung und nacheinandergeschaltete Teiloperationen spricht man auch von zwei Richtungen des Begriffs 'Management'. "Einmal versteht man Management als funktionsbezogen, zum anderen als personenbezogen." Römheld (1971), S. 16; vgl. auch Wahl (1969), S. 16.

Bei der funktionsbezogenen Verwendung wird auf die Tätigkeit abgestellt und meist in Planung, Organisation und Kontrolle unterschieden; diese "Mangement-Funktionen haben weitgehend Anerkennung gefunden." (Römheld (1971), S. 18). Bei der personenbezogenen Verwendung findet man die Aufteilung in Top, Middle and Lower Mangement als eine Auffächerung der Leitungsinstanzen, denen verschieden detaillierte Entscheidungsklassen zugeordnet sind. Ohne auf Nuancen einzugehen, entspricht diese auch der von uns ausführlich in Abschn. 2 diskutierten Auffächerung des betrieblichen Entscheidungsprozesses.

äußerst umstritten.[1] Bei den verschiedenen Begriffsbestimmungen dominiert entweder der Nachfragegesichtspunkt mit einer Bestimmung der Informationsanforderungen bzw. einer allgemeinen Mangement-Orientierung des Systems. Oder es dominiert der Produktionsaspekt, bei dem entweder die Hardware oder die Software betont wird, letztere i.V.m. der für das MIS so wichtigen Datenbankkonzeption, die wir unten noch ausführlich erörtern.[2] Die verschiedenen Bemühungen zur Fassung des MIS-Begriffes sind auch vor der engen und weiten Fassung des Entscheidungs- bzw. Mangementprozesses zu sehen.

Nun kann man bei einer weiten Fassung des Entscheidungsprozesses[3] zu einer einstufigen Betrachtungsweise tendieren. "Bei dieser weiten Begriffsfassung wird 'Entscheiden' schließlich identisch mit dem zentralen Vorgang der Datenverarbeitung, dem Verknüpfen von Daten zu inhaltlich neuen Daten."[4] Und man könnte mit Kosiol folgern: "Die Entscheidung ist dann ein Spezialfall der Transformation von Informationen."[5] Diese Zusammenfassung von Informations- und Entscheidungsprozeß führt schließlich zu einem sehr weiten MIS-Begriff: "Thus, the production function of an MIS transforms date (input) into decisions (output)."[6] Diese weite "einstufige" Begriffsfassung würde einen Großteil der gesamten Organisation einschließen. Zwar vermeidet diese Begriffsfassung "the essentially arbitrary (and changing) distinction between human and automatic components but it also obscures

---

1 Eine von der Society for Mangement Information Systems und dem MIS Research Center of the School of Business Administration of the University of Minnesota zusammengestellte Bibliographie hat bis zum September 1970 etwa 2.000 Titel aufgenommen; vgl. Head (1970), S. 22.

2 Siehe Abschnitt 32. Vgl. zu einer ähnlichen Aufteilung der Ansätze in der Literatur auch Head (1970), S. 22 und Römheld (1971), S. 20 ff. Aus der umfangreichen Literatur sei pars pro toto nur verwiesen auf die Monographien von Blumenthal (1969) und Wahl (1969) sowie den umfassenden "Versuch" einer Definition von Will (1968).

3 Vgl. zu der weiten Begriffsfassung unsere Ausführungen in Abschn. 21 und 220.

4 zur Nieden (1971), S. 25 f.

5 Kosiol (1966), S. 196.

6 Kriebel und van Horn (1971), S. 17.

some important differences between the two types of information processors."[1] Aus diesem Grund und weil weitgehende Übereinstimmung über den Einsatz der modernen Informationstechnologie als Voraussetzung für den Aufbau eines MIS besteht[2], wollen wir die Zweistufigkeit von Informations- und Entscheidungsprozeß beibehalten. Diese Zweistufigkeit stellt Szyperski deutlich heraus: "Informationssysteme dienen Entscheidungs- und Planungssystemen. Sie sind mit diesen aber nicht identisch, weil ihre Prozesse anderen Gesetzen und Regeln gehorchen."[3]

301 Vergröberte Wertbeurteilungen

301.0 Die Ausgangssituation

Die theoretische Bestimmung positiver ökonomischer Konsequenzen alternativer Informationsstrukturen, die wir im Anschluß an die Literatur vereinfacht als Informationswerte bezeichneten, ist der Ausgangspunkt aller Bemühungen zur vergröberten Bestimmung von Informationswerten. Zur exakten Bestimmung von Informationswerten ist in einem formalisierten Entscheidungsmodell die komplette Spezifizierung aller Modellvariablen notwendig: Die a priori Wahrscheinlichkeiten für alle als mögliche erachteten Umweltkonstellationen w (x), die Treffsicherheit neuer Informationen w (y/x) das gewählte Entscheidungskriterium, z. B. spezifizierte Risikonutzenfunktion oder Gewinnsicherheitsbedingung, und die oft am schwierigsten zu spezifizierende Ergebnisfunktion Φ (x,a).

Ohne diese Spezifikationen ist eine exakte Wertbestimmung nicht möglich. Das ist jedoch unglücklicherweise im allgemeinen die Situation des Disponenten, der im konkreten Fall versuchen muß, ökonomische Vorteile kostspieliger bestehender oder neuer Informationsstrukturen zu kalkulieren. Die

---

1 Emery (1969), S. 35!
2 Vgl. Müller (1970), S. 21 f. und Grochla (1971), S. 32.
3 Szyperski (1971), S. 40.

Situation des Disponenten verbessert sich, je programmierbarer die Entscheidungsprozesse sind.

Dieser ist programmiert in dem Ausmaß, als eine explizite Instruktion bzw. eine Entscheidungsregel erarbeitet ist, um die Entscheidung je nach anfallenden Informationen zu handhaben. Je unprogrammierter eine Entscheidung ist, d. h. je neuartiger, wichtiger und je komplexer oder je weniger erkennbar ihre Struktur ist, desto mehr wird der Disponent das Vorteilhaftigkeitskalkül vergröbern müssen.

Ein zweckorientiertes Handeln im betrieblichen Informationsbereich ist ohne eine Beurteilung ihrer wirtschaftlichen Vorteile schlechthin undenkbar. Wo sollten sonst den Ausgaben im Informationsbereich Grenzen gesetzt werden, z. B. für die Anschaffung oder Miete teurer automatischer Datenerfassungs- und Real-Time-Kommunikationssystemen sowie von Großraumspeichern und Computer-Zentraleinheiten. Je größer die Ausgaben, desto eher ist der Disponent gezwungen, die Vorteile seiner Handlungsmöglichkeiten im Informationsbereich zu kalkulieren.

Als Ausgangspunkt sei gestattet, die Kriterien für den Wert einer zusätzlichen Information schlagwortartig aufzuführen. Einer zusätzlichen Information ist nur dann ein Wert zuzuordnen, wenn drei Kriterien erfüllt sind: Die zusätzliche Information muß überraschen, d. h. die a priori Ansicht des Disponenten über die Entscheidungsvariablen ist sensitiv gegenüber neuen - dem Vorteilhaftigkeitskalkül unterliegenden - Informationen; sie muß zu einer Aktion veranlassen können, die sonst nicht gewählt worden wäre, d. h. die Aktionen sind sensitiv gegenüber der Verfügbarkeit zusätzlicher Informationen; die neue Aktion muß zu einem höheren Einkommensniveau führen; d. h. die Einkommensniveaus reagieren gegenüber Veränderungen der Handlungsweisen.

301.1 Beurteilungen mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse

301.10 Sensitivitätsanalyse und Informationswert

Die Sensitivitätsanalyse umfaßt die Ausrechnung von Ergebnissen eines Entscheidungsmodells bei Eingabe unterschiedlicher Parameterwerte und deren Beurteilung. Um Verwechslungen mit der Simulation vorzubeugen, sei auf die Abgrenzung von Rappaport verwiesen. "The terms 'sensitivity analysis' and 'simulation' are often used interchangeably. They are not, however, synonymous. Sensitivity analysis may be performed by analytical techniques, such as parametric linear programming, by experimental simulation approaches emphasizing numerous trials or iterations, or by a combination fo these two approaches."[1]

Die Sensitivitätsanalyse unterstützt den Disponenten bei der Einschätzung des relativen Risikos unterschiedlicher Handlungsmöglichkeiten. Für die Praxis fruchtbar wurde sie durch die spektakuläre Entwicklung der Computer-Rechenkapazitäten der letzten Jahre, und zwar meist bei Sachentscheidungen und hier insbesondere bei Sachinvestitionsentscheidungen.[2] Aber die Sensitivitätsanalyse bietet sich auch zur Unterstützung von Entscheidungen über das Informationshandeln an, denn eine "sensitivity analysis can provide guidelines for allocating organizational ressources to dato collection and data refinement activities."[3] Je kritischer die der Entscheidung zugrunde liegenden Parameterwerte sind, desto exakter wird der Disponent versuchen, den Wert zusätzlicher Informationen über diese zu kalkulieren. Denn es wird der Wert zusätzlicher Informationen größer, je geringer das a priori Wissen des Disponenten ist und je empfindlicher die Ergebnisgrößen auf veränderte Aktionen reagieren. Es sei gestattet, dies an einem sehr einfachen Beispiel zu illustrieren.

---

1 Rappaport (1967), S. 174, Fußnote 1.
2 Unter den vielen Abhandlungen auf diesem Gebiet sei pro toto nur verwiesen auf: Hertz (1964); Dinkelbach (1969); Schweim (1969), S. 108 ff.
3 Rappaport (1967), S. 175.

301.11 Ein Beispiel

Als Beispiel wählen wir die Entscheidung über die optimale Bestellmenge. Da es uns nicht um deren Analyse oder Verbesserung geht, sei von dem simplen Grundmodell zur Planung der 'optimalen Bestellmenge' ausgegangen.[1] Es sind:

N = Nachfrage oder Bedarfsmenge je Planungsperiode
x = Bestellmenge
x^o = optimale Bestellmenge
K_L = Lagerhaltungskosten pro Einheit je Planungsperiode
K_B = Bestellkosten
K_G = Gesamtkosten je Planungsperiode.

Die Gesamtkosten der Periode sind:

$$(30.1) \quad K_G = \frac{x}{2} K_L + \frac{N}{x} K_B$$

Daraus ergibt sich:

$$(30.2) \quad x^o = \sqrt{\frac{2 N K_B}{K_L}}$$

Es seien nun die Auswirkungen eines Fehlers in der Prognose der Parameterwerte von N, K_L und K_B zuerst auf die Bestellmenge, dann auf die Kosten, d. h. deren Sensitivität, analysiert. Wenn die Nachfrageprognose (N^P) mit einem Fehlerfaktor (e) falsch ist, dann differiert die darauf berechnete Bestellmenge (x_b) mit dem Faktor $\sqrt{e}$. Wenn also

$$(30.3) \quad N^P = e\,(N),$$

dann ist

$$(30.4) \quad x_b = \sqrt{e}\,(x^o).$$

---

1 Zum allgemeinen Problem der Beschaffungsprogrammplanung und zu den Simplifikationen des Grundmodells zur Planung der 'optimalen Bestellmenge' vgl. z. B. Heinen (1972), S. 214 ff.

Somit führt ein Prognoseirrtum bei der Nachfrage relativ zu einem beträchtlich kleineren Fehler bei der berechneten Bestellmenge. Die Sensitivität der Kosten gegenüber Prognoseirrtümern sei anhand eines Zahlenbeispiels analysiert. Angenommen, die 'richtigen Parameterwerte' sind:[1]
$N = 10.000$, K_L = DM 1,- pro Einheit je Periode; K_B = DM 10,- pro Auftrag. Dann ist die optimale Bestellmenge $x^o = 447$. Die Gesamtkosten für die Periode betragen: K_G = 447,- DM.

Wird ein Prognoseirrtum von + 50 % (e = 1,5) angenommen, stellt sich die fehlerhafte Nachfrageprognose auf N^P = 15.000. Daraus resultiert eine Bestellmenge von:
$x_b = 548 = 1,225\ (x^o)$.
Wegen der fehlerhaften Bestellmenge ergeben sich höhere Gesamtkosten. Sie seien mit K_G^P bezeichnet, um anzuzeigen, daß sie auf der Nachfrageprognose (N^P) beruhen:
$K_G^P = 456 = 1,0206\ (K_G)$.

Es ergibt sich: Ein Prognosefehler von + 50 % bewirkt einen Fehler von + 22,5 % bei der Bestellmenge, welcher wiederum einen Anstieg der Gesamtkosten von 2,1 % bewirkt. In Abb. 30-1 sind einige weitere Werte für e tabelliert.

Prognose-fehler (e)	Nachfrage-prognose (N^P)		Bestellmenge (x_b)		Gesamtkosten (K_G)	
	absolut	± in %	absolut	±in %	absolut	± in %
4	40.000	+ 400 %	894	+ 200 %	559	+ 25%
1,5	15.000	+ 50 %	548	+ 22,5%	456	+ 2%
1	10.000	± 0 %	447	± 0 %	447	± 0%
0,25	2.500	- 75 %	225	- 50 %	559	+ 25%

Abb. 30-1

Das Grundmodell enthält zwei weitere Input-Parameter, deren Variation Einfluß auf die Gesamtkosten hat: K_L und K_B. Insbesondere wenn die Ergebnisse im Bereich der Kostenrechnung wenig zufriedenstellend sind, wird sich der Disponent fragen: Wie empfindlich reagieren die tatsächlichen Gesamtkosten auf fehlerhafte Schätzungen der Lager- und Bestellkosten?

---

1 Vgl. Emery (1969), S. 91 ff.

Zur Antwort ist analog wie bei der Nachfrageprognose vorzugehen. Es gilt:

$$(30.5) \quad K_B^P = e\ (K_B) \text{ und } K_L^P = e\ (K_L).$$

Ist z. B. der Fehler bei der Prognose der Bestellkosten + 100 % (e = 2), so ergibt sich ein Fehler von 41,6 % bei der Bestellmenge, welcher wiederum einen Anstieg der Gesamtkosten von 6 % bewirkt. In Abb. 30-2 und 30-3 sind weitere Werte aufgeführt.

Prognose-fehler (e)	Prognose der Bestellkosten (K_B^P)		Bestellmenge (x_b)		Gesamtkosten (K_G)	
	absolut	± in %	absolut	± in %	absolut	± in %
2	20	+ 100 %	633	+ 41,6 %	475	+ 6 %
1,5	15	+ 50 %	548	+ 22,5 %	456	+ 2 %
1	10	± 0 %	447	± 0 %	447	± 0 %
0,9	9	10 %	424	- 5,1 %	448	+0,2 %

Abb. 30-2

Prognose-fehler (e)	Prognose der Lagerkosten (K_L^P)		Bestellmenge (x_b)		Gesamtkosten (K_G)	
	absolut	±in %	absolut	± in %	absolut	± in %
2	2	+100 %	316	- 41 %	475	+ 6 %
1	1	± 0 %	447	± 0 %	447	± 0 %
0,9	0,90	- 10 %	469	+4,9 %	448	+0,2 %
0,5	0,50	- 50 %	316	- 41 %	475	+ 6 %

Abb. 30-3

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, daß der Einfluß fehlerhafter Prognosen auf die Gesamtkosten relativ gering ist. Der Grund liegt in der Form der Funktionen bzw. Krümmung der Kurven: Einmal ist die Bestellmenge wenig sensitiv gegenüber Prognosefehlern und zum anderen sind die Gesamtkosten relativ unempfindlich gegenüber Abweichungen der berechneten von der optimalen Bestellmenge.

301.12 Nutzen für Wertbeurteilungen

Inwieweit unterstützt die Sensitivitätsanalyse den Disponenten bei den Wertberechnungen von Informationen bzw. allgemeiner von Informationsstrukturen? Sie kann dafür keinen exakten, numerischen Wert liefern, in unserem Beispiel also keinen Wert für verbesserte Nachfrageprognoseverfahren oder zusätzliche Kosteninformationen. Jedoch kann der Disponent mit ihr Bereiche der Vorteilhaftigkeit zusätzlicher Informationen vergröbert kalkulieren.
Es sei z. B. angenommen, der Disponent weiß aus der Vergangenheit, daß der Treffsicherheitsfaktor e der Nachfrageprognose zwischen 0,25 und 4 lag, d. h. die Nachfrage bis zu 400 % über- und bis zu 75 % unterschätzt wurde. Dann zeigt die Sensitivitätsanalyse, daß die Gesamtkosten der Periode um maximal 112 Geldeinheiten, das sind 25 %, vermindert werden könnten. Muß nun der Disponent über ein neues, aufwendigeres Prognoseverfahren entscheiden, so erlaubt ihm die Sensitivitätsanalyse, dessen Wahl rational abzulehnen, sobald es mehr als 112 Geldeinheiten kostet.

Ebenso wird man nur bis zu einer gewissen Höhe bereit sein, mehr Mittel zur Verbesserung der Kosteninformationen einzusetzen. Überschritten z. B. in den letzten Perioden die geplanten (Standard-, Plan-) Lagerkosten je Einheit je Periode immer bis zu 100 % die tatsächlichen Ausgaben, so wird mannaur bereit sein, bis maximal 28 Geldeinheiten zur Verbesserung dieser Informationsstruktur ausgzugeben.

Im Beispiel der Bestellmengenformel veränderte sich die Zielgröße, nämlich die Gesamtkosten, kontinuierlich gegenüber Variationen der Parameterwerte. Bei anderen Entscheidungsmodellen verändert sich die Zielgröße erst bei sprunghafter Veränderung, d. h. die Zielgröße ist über bestimmte Intervalle der Parameterwerte unsensibel. "Identification of those intervals provides important clues about the value of improving data inputs."[1]

---

1 Emery (1969), S. 93.

Das wird deutlich bei der Formulierung von Entscheidungsproblemen mit Hilfe der linearen Programmierung (LP). Da die meisten LP-Modelle deterministisch sind, repräsentieren die Parameterwerte entweder Durchschnittswerte oder die wahrscheinlichsten Werte. Deswegen ist es für die Risikoanalyse unabdingbar, "to determine the ranges of variations of the coefficients over which the solution will remain optimal."[1]

Es zeigt sich dann bei der hier angesprochenen parametrischen linearen Programmierung, daß die Zielgröße über Intervalle der Koeffizientenrelationen nicht reagiert. Hier hilft die Sensitivitätsanalyse Bereiche abzuschätzen, in denen die Verbesserung der bestehenden Informationsstrukturen nicht vorteilhaft ist. Man kann am LP-Beispiel auch das Problem der Aufnahme zusätzlicher Parameter in das Entscheidungsmodell erörtern. Dazu seien alle im LP-Modell möglichen Variationen der Inputparameter klassifiziert:

(1) Variationen der Koeffizienten der Zielfunktion. Beim Maschinenbelegungsproblem sind es die Gewinnbeiträge der Produkte, abhängig von den Durchschnitts- oder wahrscheinlichsten Werten der Verkaufspreise, Material-, Lohnkosten u.a. Hier interessiert sich der Disponent für Variationen derjenigen Koeffizienten, die eine Abweichung von der optimalen Belegung verursachen. Je nach der dadurch möglichen Erlösminderung wird er bereit sein, Mittel zur Verbesserung der entsprechenden Informationsstruktur einzusetzen.

(2) Variationen der technologischen Koeffizienten, z. B. Maschinenbearbeitungszeit je Produkt je Maschine. Diese werden i.d.R. dem Standardkostensystem entnommen. Je weniger genau und treffsicher dieses ist, desto größer sind die Erlösschmälerungen resultierend aus suboptimaler Maschinenbelegung. Letztere dienen dem Disponenten als Grundlage zur Vergröberung der Informationswertberechnungen.

---

1 Arnoff und Sengrupta (1961), S. 175.

(3) Variationen in den Begrenzungskoeffizienten der Nebenbedingungen, z. B. die maximal zur Verfügung stehenden Maschinenstunden pro Periode. Hier fragt man, wie groß das Intervall der Variation eines Begrenzungskoeffizienten ist, ehe die berechnete optimale Belegung reagiert.

(4) Aufnahme von zusätzlichen Variablen in die Zielfunktion; dies bedeutet eine Aufnahme neuer Handlungsmöglichkeiten in die Entscheidungsmatrix. Hier wird der Disponent die Sensibilität des Optimums gegenüber zusätzlichen Produkten testen. Sollten diese günstig bisher nicht beanspruchte Kapazitäten ausnutzen, wird er aufgrund dieser vorteilhaften ökonomischen Konsequenz bereit sein, z. B. in eine entsprechende Marktforschungsstudie zu investieren.

(5) Aufnahme zusätzlicher Parameter, z. B. als Restriktionen. Als neue Komponente bisheriger Datenkonstellationen könnte man z. B. Lieferbeschränkungen von Vorlieferanten aufnehmen müssen. Geschah es in der Vergangenheit häufig, daß solche Nebenbedingungen wegen mangelnden a priori Wissens in die Optimumbestimmung nicht aufgenommen waren und der Eintritt solcher Lieferbeschränkungen kostspielige Umstellungen des Produktionsapparates erforderte, so wird der Disponent den Wert einer verbesserten Informationsstruktur im Beschaffungssektor anhand der Umstellungskosten vergröbert kalkulieren können.

Als Ergebnis sei festgehalten: Jedes formalisierte Entscheidungskalkül erlaubt eine Sensitivitätsanalyse. Diese stellt die kritischen Variablen des Kalküls fest, auf deren Variationen das Entscheidungsergebnis empfindlich reagiert. Die Sensitivitätsanalyse hilft dem Disponenten bei der vergröberten Berechnung des Informationswertes

durch Angabe von Ober- und Untergrenzen sowie Intervallen und schließlich bei der Bestimmung des Mitteleinsatzes für zusätzliche Informationshandlungen, z. B. der Erfassung zusätzlicher Informationen über die kritischen Variablen.

301.2 Kostenvergleiche

Bei der konkreten Planung im Informationsbereich unterscheidet der Disponent oft zwischen zwei Arten von Kosteneinsparungen.

Im ersten Fall handelt es sich um den einfachen Fall der Kostenminderung bei der Ausführung der Informationsverrichtungen selbst. Meist handelt es sich um eine Rationalisierungsinvestition, die den Faktor Arbeit durch Maschinen bzw. ältere durch technologisch aufwendigere Aggregate, z. B. der nachfolgenden Computergeneration, ersetzen. Hier vermindern sich bei gleichem Produktionsvolumen und gleicher Qualität der Produkte, d. h. der Informationen, die Produktionskosten. Im Rationalisierungskalkül werden keine Informationswerte berechnet, denn diese sind vor und nach Rationalisierung gleich.

Darin liegt auch der Grund, warum sich für die Praxis bis weit in die sechziger Jahre das Problem der ökonomischen Bewertung von Informationsstrukturen nicht so dringend wie heute stellte. Denn bis hin zur Einführung der dritten Computergeneration bewirkten Investitionsausgaben für die Informationsproduktion fast immer eine Substitution des Faktors Arbeit durch neue Hardware und Software. Das Vorteilhaftigkeitskalkül ist dann einfach, wenn sich keine gleichzeitige Verbesserung der Informationsstruktur einstellt. Den Kosten der Informationsproduktion mit alter Produktionsweise werden die Kosten der neuen gegenübergestellt. Meist folgten einer Anschaffungsausgabe später Einsparungen an Betriebskosten für die gleichen Informationsverrichtungen und alle traditionellen Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung können angewendet werden.

Da dieses Kalkül so einfach ist, konzentrierte man sich bei der Planung betrieblichen Informationshandelns zu oft nur auf solche Kosteneinsparungen. Organisationspsychologisch ist dies zu verstehen, denn die Zustimmung der Unternehmensleitung zu neuen Investitionen im Informationsbereich ist bei greifbaren Kosteneinsparungen leichter zu erhalten. Dies erklärt vielleicht die im EDV-Management so üblich gewordenen Überschreitungen ursprünglicher Kostenberechnungen. Auf jeden Fall wird bei der Konzentration auf Rationalisierungskalküle zu oft übersehen, sich mit dem Mitteleinsatz für verbesserte Informationsstrukturen planerisch zu befassen.

Damit befaßt man sich, wenn es sich um die zweite Art von Kosteneinsparungen handelt. Das sind Verminderungen an Betriebskosten für Aktivitäten, die außerhalb des Informationshandlens liegen. Z. B. sind einer verbesserten Kundenauftragsprüfung mit aufwendigeren Vergleichs- und Gültigkeitskontrollen weniger Fehler und damit geringere Kosten der Warenretourenbearbeitung zugeordnet.

Oder wenn eine schnellere Bearbeitung der Ausgangsrechnungen niedrigere Kassen- und Bankbestände erfordert. Hier kann man den Wert der verbesserten Informationsstruktur vergröbert wie folgt bestimmen. Oft kann im konkreten Fall angenommen werden, daß die Verteilung der Zeitspannen zwischen Empfang der Rechnung durch die Kunden und dem Eingehen ihrer Zahlung konstant bleibt. Bei z. B. drei Tagen Verkürzung der Ausgangsrechnungsbearbeitung, Tagesumsätzen von 100 TDM und einem Zinssatz von 12 % p.a.[1] ergibt sich ein Vorteil von 36 TDM pro Jahr.

Als weitere Beispiele seien angeführt: Verbesserte Produktionsplanung, die Zwischenläger vermeidet; schnellere Lagerabrechnungen, die Lagerbestände verringert; aufwendigere Rechnungsprüfung, die mehr Fehler bei der Aufstellung der Ausgangsrechnungen entdeckt.

---

1 Auf die Bestimmung von Zinssätzen für Partialbetrachtungen, wie es diese für den Bereich der Rechnungserstellung ist, können wir hier nicht eingehen.

Diese externen Kosteneinsparungen sind eine wichtige Orientierungshilfe bei der Informationswertberechnung. Oft ist der Wert der zusätzlichen Informationsverrichtungen bzw. der Wert der verbesserten Informationsstruktur gleich der Differenz zwischen den geschätzten Kosten der externen Aktivitäten bei der verbesserten Information und den bisherigen Kosten.[1]

302 Kriterien zur Planung

302.0 Das Problem

Wir haben oben begründet, warum auf der Grundlage der theoretischen Analyse vergröberte Kriterien für die konkrete Planung computergestützter MIS zu entwickeln sind. Nun finden sich für die praktischen Belange der Planung des Informationsbereiches im allgemeinen und zur Planung computergestützter MIS im speziellen in der Literatur Aussagen über: "Beschaffenheitskriterien eines Informationssystems"[2], "Grundsätze"[3], "Prinzipien"[4], "Ergiebigkeitskriterien"[5], "Qualitative Characteristics"[6], "Criteria for Evaluating the Desirability"[7], "System von Zielvariablen"[8] u.a.

Ohne auf prinzipielle Bedenken, z. B. gegen die Aufstellung

---

1 "Betrachtet man die in der Literatur vorhandenen Ansätze von Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei Einsatz von ADVA im kommerziellen Bereich, so läßt sich feststellen, daß sie sich im Rahmen eines Verfahrensvergleichs fast ausschließlich an der Kostenseite orientieren." O.H. Jacobs (1970), S. 284; vgl. z. B. Hartmann (1961), S. 66 ff.; Schwarze (1966); Scholz und Steinbock (1968).
Zu einigen darüber hinausgehenden neueren Untersuchungen vgl. z. B. Hoppedietzel (1967; ders. (1970). Jentzsch (1970); Langers (1970); Rölle (1970); Strunz (1971), insbes. S. 353 ff.

2 Römheld (1971), S. 48 ff.

3 Koreimann (1969).

4 Kramer (1965), S. 158 ff.

5 Wild (1966), S. 127 ff.

6 Emery (1969), S. 98 ff.

7 Davis (1969), S. 465 f.

8 zur Nieden (1971), S. 60 ff.

eines Systems von Zielvariablen, hier näher einzugehen[1], kann festgestellt werden, daß es sich immer um verschiedengradig umfassende und begründete Zusammenstellungen von Faktoren handelt, die Wert und Kosten der Handlungen im Informationsbereich beeinflussen. "Die in der Literatur meist genannten Leistungsgrößen der Datenverarbeitung sind Umfang, Geschwindigkeit (Aktualität) und Genauigkeit (Qualität) der Datenverarbeitung ... Operationale Definitionen dieser Größe werden in der Literatur kaum gegeben."[2]

Unser Anliegen läßt sich als Untersuchung der Frage formulieren: Inwieweit lassen sich auf der Grundlage theoretischer Analyse und realer Gegebenheiten sinnvolle und praktikable Kriterien für die Planung computergestützter MIS entwickeln?

302.1 Datenmenge und Verdichtung

302.10 Einfluß auf die Mangementebenen

Es gibt verschiedene Arten von Informationsstrukturen. Dabei kennzeichnen die zu groben und die zu feinen Informationsstrukturem mehr deren Breite und Umfang. Zu grobe Informationsstrukturen können zwar die Kosten im Erfassungs-, Speicherungs-, Kommunikations- und Verarbeitungsbereich senken, sie verhindern jedoch von vornherein Informationen, die zu differenzierten Handlungsweisen und verbesserten Aktionen führen können. Beispiel: Ein Bestellprogramm, dessen

---

1 Vgl. zu dieser Problematik den Exkurs bei Koch (1972), S. 238 ff. In diesem Zusammenhang sei auf die eingehende Untersuchung zur Niedens verwiesen, der vom obersten betrieblichen Formalziel (Gewinn) als dem "Maßstab für die Bewertung von Datenverarbeitungssystemen" ausgeht) /vgl. zur Nieden (1971), S. 60, ebenso Schweiker (1966), S. 107 und "operationale Unterziele" entwickelt, wobei die "Leistungsgrößen den Kosten gegenübergestellt werden"; vgl. zur Nieden (1971), S. 60 ff.

2 Ebenda, S. 64.

Verarbeitungsalgorithmus (Entscheidungsregel) Bestellmengen für 10.000 Artikel in einem Supermarktunternehmen ausrechnet und Aufträge ausdruckt sowie Zugang zu Nachfrage (Umsatz)-, Lieferanten-, Kosten u.a. Dateien hat, jedoch bei den Fracht- und Bestellkosten von nur zwei Artikelgruppen (Lebensmittel, Nicht-Lebensmittel) ausgeht.

Zu feine (redundante) Informationsstrukturen erhöhen nicht nur die Kosten im Informationsbereich, sie können auch die viel zitierte 'Informationslawine' auslösen, die zu verzögerten und schlechteren Entscheidungen führt. So berichtet Ackoff von einem täglich an mehrere Manager verteilten Bericht über die Lagerbestände, der aus 600 Seiten Computer-Druckausgaben bestand.[1]

Das leitungsorganisatorische Prinzip beruht darauf, daß sich zwischen bestimmten Unternehmensvariablen klassifikatorische Beziehungen herstellen lassen, die Unternehmenspolitik in globale und detaillierte Entscheidungen aufgespalten und diese Entscheidungsklassen verschieden hohen Leitungsinstanzen zugewiesen werden.[2] Somit genügt es nicht, nützliche Informationen über Unternehmensvariable in der Datenbank zu speichern; vielmehr müssen diese auch entsprechend dem Entscheidungsbereich einer Managementebene ausgewählt, verschiedengradig verdichtet und in Berichten ausgegeben werden.[3]

---

1 Vgl. Ackoff (1967), S. 26. In diesem bekannt gewordenen Aufsatz über "Management Misinformation Systems" führt Ackoff diese als erste unter den seiner Ansicht nach fünf irrigen Annahmen bei der Planung der meisten MIS auf: "Most MIS's are designed on the assumption that the critical deficiency under which most managers operate is the lack of relevant information ... It seems to me that they suffer more from an overabundance of irrelevant information." Ackoff (1967), S. 26.

2 Vgl. Koch (1972), S. 226 ff.; siehe auch Abschn. 20, in dem wir den betrieblichen Entscheidungs(Management-)prozeß in eine strategische, operative und Ausführungsebene auffächerten.

3 W. Müller spricht hier von einem "Informationspotential", das aktiviert und sich in "Management-Informationen" verwandelt, wenn "die Daten für eine Management-Aufgabe, d. h. im Grunde also bei einem Entscheidungsprozeß verwendet werden." W. Müller (1970), S. 28. Vgl. zum allgemeinen "Begriff des Informationspotentials" Strunz (1971), S. 322 und die dort angegebene Literatur.

Das Verdichtungskriterium kennzeichnet gleichsam die 'Tiefe' und die Datenmenge die 'Breite' der Informationsproduktion.[1]

Das Ideal wäre eine Hierarchie von Berichten, die den verschiedenen Entscheidungsklassen entsprechen; außerdem müßte jeder Bericht das a priori Wissen des Disponenten erweitern, d. h. überraschen und schließlich zu verbesserten Entscheidungen führen. Da hierzu das a priori Wissen jedes Berichtsempfängers (Ausgangsinformationsstand) und sein Entscheidungsprozeß (Ergebnisfunktion und Entscheidungsregel) bekannt sein müßte[2], sind Fehler bei der Zusammenstellung eines Berichtes unvermeidlich. Deswegen muß man bei der Planung von MIS versuchen, einen sinnvollen Kompromiß zwischen zu geringem und zu großer Verdichtung zu finden.[3] Um die Abweichungsfehler von dem einer Managementebene entsprechenden Verdichtungsgrad zu verringern, wird man sich um eine sinnvolle Kombination der verschiedenen Berichtsformen bemühen. In der Literatur werden diese

---

1 Ähnlich trennt auch zur Nieden den "Umfang der Datenverarbeitung" in die "Zielvariablen", "Datenmenge" und "Verarbeitungsgrad"; letzterer "soll das Ausmaß an Verarbeitung messen, dem die Daten im maschinellen System unterworfen sind"; zur Nieden (1971), S. 69. Römheld führt hier die "Selektivität in der Informationsaufbereitung" an als eines der "Beschaffenheitskriterien eines Informationssystems"; vgl. Römheld (1971), S. 54 ff.
In den Abschnitten 31 - 34 sind wir in der Lage, die Kriterien Menge und Verdichtung noch konkreter zu fassen, wenn wir die einzelnen Handlungen im Erfassungs-, Speicherungs-, Kommunikations-, und Verarbeitungsbereich untersuchen.

2 In der theoretischen Analyse wurde das Wissen um diese u.a. Komponenten und deren Formalisierung angenommen und zwar in der Annahme eines speziell allwissenden 'Meta-Entscheiders' - vergröbert dem Planer eines MIS -, der nur nicht weiß, welcher der exakt beschriebenen zukünftigen Berichtsinhalte und welche der exakt beschriebenen zukünftigen Umweltkonstellationen eintritt.

3 Dieser Kompromiß spielte in der literarischen Diskussion zwischen Ackoff und Rappaport eine bedeutsame Rolle; Rappaport bemerkt abschließend dazu: "The relevant information for managers is somewhere on the continuum between over-filtration and condensation, and information overload." Rappaport (1968), S. 134.

meist als Standard-, Abweichungs- und ad-hoc-Berichte diskutiert.[1]

"Werden regelmäßig und nach einem bestimmten Schema einem meist gleichbleibenden Kreis von Empfängern Informationen zugestellt, spricht man von Standardberichten."[2] Diese Masse der Standardberichte wird für die unteren Mangementebenen erstellt. Da deren Entscheidungen detaillierter, d.h. konkreter und begrenzter sind, kann man ihren Informationsbedarf genauer antizipieren und nach einem Schema standardisieren.

Die Ausgabeformate sind eindeutig festlegbar, und ändern sich nur selten.[3] Hier werden Standardberichte über zumeist historische, sowie interne Ereignisse und Geschäftsvorfälle nach starren Verarbeitungsregeln erstellt, die mit Hilfe von COBOL, Berichtsprogrammsprachen oder automatischen Datenverwaltungssystemen programmierbar sind. Da gleichartige Entscheidungen auf den unteren Managementebenen häufig getroffen werden, können die Berichtsprogramme in regelmäßigen Zeitabständen gefahren werden.

Von Zeit zu Zeit sollte man die Annahme des 'meist gleichbleibenden Kreises von Empfängern' in Frage stellen, um den Extremfall einer Null-Informationsstruktur zu vermeiden. Diese führt nicht zu einer Erweiterung des a priori Wissens des Empfängers und deshalb nicht zu Aktionen. So gilt als eine Faustregel der Praxis, Empfänger von dem Verteilerkreis für computererstellte Standardberichte für eine Berichtsperiode auszuschließen und erst wenn dieser seinen Ausschluß bemerkt und moniert, ihn wieder zu beliefern.

---

1 Vgl. z. B. Mertens (1966) sowie ders. (1969), S. 21 ff.; Mertens unterscheidet bei den "Typen der elektronischen Führungsinformation" in (1) rein periodische elektronische Führungsinformationen, (2) Elektronische Führungsinformation über Ausnahmesituationen, (3) Kombination aus den Typen (1) und (2) sowie (4) Elektronische Führungsinformation nach dem Anfrage/Sofortauskunftsprinzip; vgl. Mertens (1969), S. 22 f.
2 Römheld (1971), S. 60.
3 Vgl. Müller (1970), S. 36.

Je globaler die Entscheidungen werden, desto verdichteter muß ein Standardbericht die Entscheidungsgegenstände beschreiben. Einfache Aggregationen über Werte von Datenfeldern der Datenbank, z. B. über Umsatzziffern von Filialen, Vertreterbezirken, Produktsparten, Funktionsbereichen, Zeitperioden und ähnlichen Kategorien werden hier vorgenommen sowie verdichtete Zusammenstellungen von Feldwerten, wie z. B. der Umsätze aller Großkunden oder Anzahl und Fertigstellungsgrad aller Produktionsaufträge, die vertragliche Liefertermine überschreiten. So wichtig die Verdichtung zur Verringerung des Berichtsvolumens ist, so ist immer das Risiko damit verbunden, daß wichtige Informationen verlorengehen. So mag ein Umsatzbericht bedeutende Trends innerhalb einer Produktgruppe auswaschen und ein Lagerbestandsbericht kritische Fehlmengen mit kritischen Überbeständen einzelner Artikel ausgleichen.

Dieses Risiko kann offensichtlich vermindert werden, wenn der Disponent nach zusätzlichen Berichten niedrigeren Spezifikationsgrades verlangen kann, die jede Verdichtung erläutern. Der Aufbau einer solchen Hierarchie von Berichtsklassen erfordert bei oft unüberwindbaren praktischen Schwierigkeiten einen großen Aufwand bei der Standardisierung der Definitionen von Datenfeldern, Datensätzen, Dateien und den Verbindungsfeldern der Datenbank sowie der Datenspezifikationen, Klassifikationen und der Zeitanforderungen der Berichtsprogramme.
Auf Ausnahmeberichte gründen die sich meist anschließenden Entscheidungen als 'management by exception'. Ausnahmeberichte enthalten Informationen nur über Variablen des Entscheidungsfeldes, die vorgegebene Werte bzw. Bereiche von Variablenausprägungen über- bzw. unterschreiten; alle anderen Variablenwerte werden ausgefiltert. Die Problematik liegt in der Bestimmung der Vorgabewerte, konkret in der Gewichtung und Minderung des Fehlers erster Art: Berichtete, aber nicht zu veränderten Aktionen führende Ausnahmeberichte und des Fehlers zweiter Art: Zu besseren Ergebnissen führende, aber nicht berichtete Abweichungen.

Nur in einem vollständig formalisierten Entscheidungsprozeß, wie in der oben angeführten programmierten Bestellentscheidung, könnte das Programm den bestehenden Bestellplan mit dem neuen Optimum basierend auf dem letzten Bestand der zugehörigen Dateien vergleichen. Nur wenn diese Differenz größer ist als die Kosten einer Planumstellung, würde über die Abweichung berichtet.

Ein sinnvoll aufgebautes Schema von computererstellten Abweichungsberichten kann den Disponenten erheblich entlasten. Zwar ist immer das Risiko gegeben, wichtige Informationen auszufiltern. Jedoch ist dieses Risiko bei Standardberichten größer, wenn der Disponent selbst aus einer großen Datenmenge mit redundanten Detaildaten anhand eines oder sogar verbundener Auswahlkriterien die Ausnahmebedingungen selektiert. Hier können komplizierte Auswahlregeln programmiert und mit Unterstützung des Computers für sehr große Datenmengen angewendet werden, um die Bedingungen zu identifizieren, die einer näheren Prüfung durch den Disponenten bedürfen.

Die computererstellten Standardberichte beruhen auf der Annahme, daß die periodisch wiederkehrenden Informationsbedürfnisse einer Gruppe von Disponenten antizipierbar sind. Deswegen enthalten sie notwendig viele Informationen, die für einen Disponenten zu einem gegebenen Zeitpunkt wertlos sind. Eine Alternative zu den periodischen Standardberichten sind automatische Anfrageprogrammsysteme, die ad-hoc-Berichte für jede spezifische Informationsnachfrage innerhalb einer dem Entscheidungsproblem entsprechenden Antwortzeit erstellen. Wird ein Bericht nur auf Anfrage erstellt und ist er auf die spezifischen Informationsbedürfnisse zugeschnitten, so wird die Wahrscheinlichkeit erhöht, daß er überrascht und zu verbesserten Entscheidungen führt. Komplexe und kostspielige Datenverwaltungssysteme erlauben es, in der Fachsprache des Benutzers, komplizierte Anfragen zu stellen und z. B. über Bildschirmgeräte auszugeben.

Hierzu sind nicht nur Anfrageprogrammsysteme, sondern auch komplizierte Dateien-, Index- und Speicherstrukturen notwendig. Diesen Problemkreis diskutieren wir weiter unten auf einem dann niedrigeren Abstraktionsniveau im Zusammenhang mit der Planung der Datenbank.[1]

302.11 Einfluß auf die Teiloperationen

In Abschn. 21 unserer Untersuchung erörterten wir die nacheinandergeschalteten Teiloperationen auf einer Mangementebene und stellten im Anschluß an die Literatur die drei folgenden heraus:

(1) Erfassung des Entscheidungsfeldes,
(2) Fixierung der einzubeziehenden alternativen Handlungsweisen,
(3) Auswahl und Entscheidungsakt selbst.

Während in den vorstehenden Ausführungen zur Auswahl von Informationen und ihrer Verdichtung in Berichten die Unterstützung der ersten Teiloperation im Vordergrund stand, sei nun gefragt, inwieweit Programme die Fixierung der Alternativen zu unterstützen vermögen und damit eine weitergehende Verdichtung herbeiführen. Denn ist im Grenzfalle z. B. die Bestellentscheidung in einem Entscheidungsmodell formalisiert und in einem Computerprogramm programmiert, so berichtet dieses bei extremer Verdichtung nur die Ergebnisse der Rechnung (den Bestellauftrag) und nicht die detaillierten Eingabedaten.

Die Programmierung statistischer Verfahren wie die Regressions- und Korrelationsanalyse unterstützen den Disponenten bei der Fixierung zukünftiger Datenkonstellationen.

---

1 Vgl. Abschn. 32.
2 Vgl. Mertens (1969), S. 55 ff.

Computerhersteller halten hierzu umfangreiche und leistungsfähige standardisierte Software bereit. Für spezielle Fragestellungen sind die Unternehmen meist gezwungen, eigene Prognoseprogramme zu entwickeln, insbesondere wenn diese mit der eigenen Datenbank verknüpft werden.

Simulationsprogramme gestatten es dem Disponenten, Unternehmensbereiche zu simulieren und sich Kosten, Erlöse u.a. Variable kalkulieren zu lassen. Voraussetzung ist die Formalisierung eines Entscheidungsmodells. Der Disponent experimentiert dann mit dem Simulationsprogramm, um zu bestimmen, was passiert, wenn er seine Entscheidung über eine oder mehrere disponierbare Variablen ändert oder wenn seine Prognosen über die unkontrollierbaren Variablen verschiedengradig fehlerhaft sind.[1]
In einigen Fällen kann eine wichtige Planvariable definiert werden, die unter bestimmten Restriktionen maximiert oder minimiert werden soll. Hier sind in erster Linie die mathematischen Programmierungstechniken zu nennen, zu denen umfangreiche und leistungsfähige standardisierte Software vorliegt. Ebenso stehen in vielen Bereichen insbesondere der kurzfristigen Produktionsplanung standardisierte Modularprogramme zur Verfügung.[2] Jedoch muß zur Anpassung an die betrieblichen Bedingungen "vom Anwender noch ein erheblicher Programmierungsaufwand selbst geleistet werden. Probleme wirft auch die Integration mit den Plänen der höheren Ebenen auf. Erfahrung der Praxis haben jedoch bewiesen, daß

---

1 Zu einer umfangreichen Darstellung verschiedenster in der nordamerikanischen Praxis angewandter Simulationsprogramme zur Untersützung operativer und strategischer Planungen vgl. den von Schrieber herausgegebenen Sammelband, Schrieber (1970). Eine Umfrage, über die Gerschefski in diesem Band berichtet, zeigt u.a., daß etwa 100 Unternehmensmodelle (Corporate Models) überwiegend als Simulationsprogramme in den verschiedensten Industriebranchen eingesetzt werden, vgl. Gerschefski (1970). Eines der ersten und wohl bekanntesten ist das unter der Leitung von G.W. Gerschefski entwickelte 'Corporate Financial Model' eines Ölkonzerns, das allein an Zeitaufwand zehn Mann-Jahre analytischer Arbeit und drei Mann-Jahre Programmierungsarbeiten erforderte; vgl. Gerschefski (1968); ders. (1969).
Zu einer ausgezeichneten Diskussion der programmierungstechnologischen Probleme vgl. Teichroew und Lubin (1966).

2 Vgl. insbes. die neueren Untersuchungen von Hammer (1970) und Appel (1970).

die erzielbare Wirtschaftlichkeit den nicht unbeträchtlichen Aufwand in den meisten Fällen rechtfertigt."[1]

Im Unterschied zu den Programmen, die durch Auswählen und Verdichtungen von Informationen sowie durch Prognosen die Entscheidungsfindung unterstützen, werden Managemententscheidungen bei den Simulations-, Optimierungs- und ähnlich formalisierten Entscheidungsmodellen explizit in die Programmlogik aufgenommen. Sie berechnen die Ergebnisse vorgeschlagener Handlungsweisen oder empfehlen Entscheidungen, die unter bestimmten Annahmen als optimal erscheinen. Die hier angesprochene Arbeitsteilung zwischen menschlichen Disponenten und automatischen Datenverarbeitungssystemen wird in der neueren Literatur zumeist unter dem Problemkreis diskutiert: "Mensch-Maschinen-Kommunikation"[2], "Mensch-Maschine-Systeme"[3], "Management Decision Systems"[4] u.a.[5] Dieser Problemkreis schließt psychologische, organisationssoziologische sowie Untersuchungen menschlichen Entscheidungs- und Problemlösungsverhaltens ein bis hin zu Untersuchungen über artifizielle Intelligenz.[6]

Wir dürfen folgendes festhalten: Der Verdichtungsgrad auf einer Entscheidungsebene hängt ab von der Programmunterstützung bei der Ausführung der Teiloperationen. Ein programmiertes Entscheidungsmodell, das automatischen Zugang zu allen Modelleingabedaten hat und dessen Entscheidungen automatisch den Vollzug der Maßnahmen auf der Ausführungsebene steuern, ist der Grenzfall. In diesem Fall würden nur aggregierte Ergebnisdaten für die menschliche Überwachung berichtet.

---

1 Grochla (1971a), S. 731.
2 Mertens und Kress (1970).
3 Grochla (1970), S. 29.
4 Vgl. Morton (1971a); Morton (1971b); Morton und McCosh (1968).
5 Vgl. auch Emery (1969), S. 149 ff; Emery und Ness (1971).
6 Zu den "Behavioral Issues for Interactive Management Information Systems" vgl. die unter dieser Überschrift zusammengefaßten Beiträge von H. Sackman u.a. in Kriebel/van Horn/Heames (1971), S. 217 - 337. Zur artifiziellen Intelligenz vgl. z. B. Minsky (1963) und die anschließende umfassende Bibliographie.

In den meisten Fällen erfordern jedoch auch Optimierungsprogramme Interventionen des Disponenten bei Dateneingabe, Nachprüfung und Modifizierung der Ergebnisse. Simulationsmodelle bedürfen des aktiven Dialogs mit dem Disponenten oder mit einer Planungsgruppe bei Vorschlag und Auswahl von Alternativen. Jedoch ist der Umfang der dem Disponenten berichteten Informationen weitaus geringer als wenn seine Entscheidungen nicht durch programmierte Entscheidungshilfen bis hin zu programmierten Entscheidungsmodellen gestützt würden.[1]

302.2 Genauigkeit und Sicherheit

Unvollkommene Informationsstrukturen bilden Variable des Entscheidungsfeldes mit mehr oder minder großer Genauigkeit und Treffsicherheit ab. Produziert in einem gegebenen Zeitraum "ein Informationssystem 1000 Informationen, von denen 950 eine Situation korrekt wiedergeben, so ist der Genauigkeitsgrad 95 %".[2] So können bei einer permanenten Inventur, zu deren Bestandsdateien ein Bestellprogramm Zugang hat und daraufhin Bestellmengen ausdruckt, bei Artikeln mit geringem Wert und geringer Bestellfrequenz eventuell größere Inventurdifferenzen toleriert werden.[3] Bei einer Bank wäre schon der geringste Prozentsatz ungenauer Kontoauszüge nicht tolerierbar.

---

1 Zu dem in diesem Abschnitt oft naheliegenden zur betriebswirtschaftlichen Organisationslehre gehörigen Problemkreis des Einflusses der EDV im allgemeinen und computergestützter MIS im besonderen auf die Unternehmensorganisation - insbesondere auf Zentralisation und Dezentralisation - sei aus der umfangreichen Literatur verwiesen auf: Römheld (1971), S. 102 ff.; dieser Autor erörtert die Argumente dreier Schulen, die behaupten (1) geringe Effekte, (2) stärkere Dezentralisation, (3) "ein Trend in Richtung Zentralisation sei unvermeidlich." Römheld (1971), S. 106.

Vgl. auch Hartmann (1968), Grochla (1969a), Haberlandt (1970), Wegner (1971).

2 Römheld (1971), S. 49.

3 "Die Praxis hält i.d.R. eine Mengenabweichung zwischen dem tatsächlich vorhandenen und dem geschätzten Bestand von einem Prozent des Vorratsvermögens für vertretbar. Dies eine Prozent kann aber mehrere hunderttausend Markt bedeuten." Art. Lagerbuchführung (1960), Sp. 3654.

Der Wert der Genauigkeit und Treffsicherheit der Informationserfassung ist abzuleiten aus den Verbesserungen, die sie für Entscheidungen herbeiführt. Der Disponent basiert seine Entscheidungen auf dem verfügbaren Ausgangswissen. In dem Ausmaß, in dem dieses die Wirklichkeit nicht genau abbildet, werden die Erlösgrößen auf niedrigerem Niveau liegen, als wenn genauere, a posteriori Informationen zugrunde gelegt würden.

Bei nicht aggregierten Informationen werden meist höhere Genauigkeitsanforderungen gestellt, z. B. bei Ausgangsrechnungen, Lohnzahlungen und Banksalden. Hier ist ein Nachlassen der Anstrengungen für größere Genauigkeit mit ernsten negativen Konsequenzen, wie unwiederbringliche Fakturierungs-Verluste und Verlust an Goodwill verbunden. Dienen Daten in disaggregierter Form zumeist unteren Leitungsinstanzen als Entscheidungsunterlage, "the value of information may be highly sensitive to errors."[1] Werden sie aggregiert zumeist für strategische Entscheidungen, z. B. zu einer Analyse der Einlagen je Bankfiliale, nimmt der Wert größerer Genauigkeit stark ab.[2]

Die Sensitivität dieser Entscheidungen und ihrer Ergebnisgrößen gegenüber kleinen Fehlern ist gering. Außerdem, wenn sie aus Detail-Informationen, z. B. Banksalden aggregiert sind, sind sei bei hohen Genauigkeitsanforderungen an letztere auch sehr genau. Schließlich gleichen sich die Fehler der Detaildaten bei der Aggregation je nach Fehlerursache mehr oder minder aus.

Genauigkeit bezieht sich nicht nur auf die Erfassung der Vergangenheitswerte von Variablen, sondern auch auf die Treffsicherheit von Prognosen. "So werden Entscheidungen z. B. dadurch verbessert werden können, daß Verkaufsprog-

---

1 Emery (1969), S. 101.
2 Vgl. ebenda.

nosen nicht nach einem einfachen, sondern einem komplizierten statistischen Verfahren berechnet werden."[1] Dies sei unter Berücksichtigung des Zeitaspektes bei Prognosen im nächsten Abschnitt erörtert.

302.3 Antwortzeiten

Bei zeitlich mehrstufigen Entscheidungsprozessen wird die Speicherung wie folgt formalisiert eingeordnet. Der Informationsstand (y^t) zum Zeitpunkt t ist das Ergebnis allen Informationshandelns vor t. Auf y^t basiert die Aktion a^t entsprechend der Entscheidungsregel $\alpha^t : a^t = \alpha^t(y^t)$. Die Informationen werden zumeist vor dem Zeitpunkt t erfaßt, dann in der Datenbank gespeichert und schließlich vom Disponenten abgefragt. Daraus sind zwei Antwortzeiten des Informationssystems abzuleiten.

Erstens das Zeitintervall, das vergeht von dem Eintritt eines Ereignisses, eines Geschäftsvorfalles, z. B. Kundenauftrag, Lagerabgang bis zu seiner Registrierung in der Datenbank bzw. bei sich wiederholenden Ereignisarten die Zeit, um die Stammdateien auf den neuesten Stand zu bringen, d. h. zu 'aktualisieren'.[2] Dieses Zeitintervall wird als Aktualisierungszeit bezeichnet. Hier wird das Alter der Information angesprochen bzw. der Rhythmus der Erneuerung einer Stammdatei. Zweitens ist ein Zeitintervall abzuleiten, das wir als Wiedergewinnungszeit bezeichnen. Dieses verstreicht von der Äußerung der Nachfrage nach einer schon gespeicherten Information bis zu der Verfügbarkeit über die betreffende Information.

---

1 zur Nieden (1971), S. 69; vgl. jedoch die Ansicht von Mertens, "daß es meistens keinen Gewinn bringt, mit Prognosen höherer Ordnung zu arbeiten und kompliziertere Verfahren zu verwenden." Denn "die theoretischen Vorteile komplizierter Methoden werden meist durch Fehler bei der Schätzung der größeren Zahl von Parametern kompensiert." Mertens (1969), S. 61 f.

2 Zum Begriff 'aktualisieren' als der Übersetzung des in der amerikanischen Literatur angewendeten Begriffs 'to update' vgl. zur Nieden (1971), S. 31. Wie Stammdateien durch Bewegungsdateien aktualisiert, d. h. fortgeschrieben und geändert werden, besprechen wir in Abschn. 32 bei der Planung der Speicherung insbes. bei der Verwaltung der Datenbank.

Wir unterteilen die Antwortzeit in diese zwei operationalen Komponenten, da Wert und Kosten entscheidend davon abhängen, welche Komponente betont wird. Dies sei anhand Abb. 30-4 diskutiert.

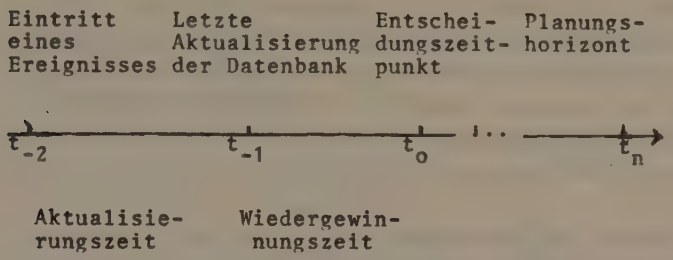


Abb. 30-4

Jede Entscheidung erfordert eine Prognose über jede der dem Entscheidungsbereich entsprechenden Unternehmensvariablen. Der Erfolg einer Entscheidung hängt ab zum Teil von der Genauigkeit und reffsicherheit der Prognose. Die Genauigkeit hängt wiederum ab von der Länge des Prognosezeitraumes und der essentiellen Ungewißheit über die Ausprägung der Unternehmensmerkmale innerhalb dieser Zeitspanne: Ein Entscheidungsfeld, dessen Variablenwerte sich äußerst schnell und unvorhergesehen ändern, erfordert kurze Prognosezeiträume; entsprechend muß die Aktualität des Inhaltes der Datenbank erhöht bzw. die Aktualisierungszeit verringert geplant sein.

Aktualisierungszeiten von der Dauer weniger Sekunden, erreichbar u.a. durch Real-Time-Betriebsweisen größerer Computersysteme, sind meist auf der Ausführungsebene zu finden. Nur hier finden Ereignisse so häufig statt, daß sehr kurze Aktualisierungszeiten sinnvoll sind. Beispiele sind industrielle Fertigungs-[1] und chemische Prozeßsteuerungen, Lagersysteme bei besonderen Aktualitätsanforderungen, Platzbuchungssysteme von Fluggesellschaften, Börsenhandel u.a.

---

1 "Zum Stand der Echtzeit-Fertigungssteuerung" vgl. Mertens (1968).

Für strategische Entscheidungen sind nicht Informationen über Einzelereignisse, sondern Informationen über das globale Verhalten der Unternehmensmerkmale wichtig. Bedeutende Veränderungen aggregierter Unternehmensvariabler zeigen sich nur langsam, außerdem: "je globaler ein Entscheidungsproblem gestellt ist, desto ungenauer und langfristiger kann die Prognose ausgelegt werden."[1] Aus diesen Gründen würde eine Verringerung der Aktualisierungszeit, d. h. eine Verringerung des Alters der Informationsbasis strategischer Entscheidungen, äußerst wenig zu verbesserten Prognosen beitragen.

Der Wert kurzer Wiedergewinnungszeiten ist oft unabhängig von dem Alter der abgefragten Informationen. So kann eine schnelle Abfrage der Lagerbestandsdateien der Datenbank notwendig werden, wenn ein Großteil der Kundenaufträge telefonisch abgewickelt wird. Jedoch werden die abgefragten Informationen über den Lagerbestand meist älter sein können, z. B. von der Mitte des vergangenen Tages. Dies mag zwar je nach Varietät des Nachfrageverlaufes höhere Sicherheitsläger erfordern, ermöglicht aber eine kostengünstigere Stapelverarbeitung der Bewegungsdaten über die Geschäftsvorfälle im Lagerbereich.

Kurze Wiedergewinnungszeiten sind auch erforderlich, wenn im Rahmen von interaktiven Mensch-Maschinen-Systemen wenig strukturierbare Entscheidungssituationen, deren gesamter Informationsbedarf nicht antizipierbar ist, von einem oder einer Gruppe von Disponenten gelöst werden. Im Dialogbetrieb zumeist bei Einsatz von Bildschirmsystemen antwortet das System auf Anfragen des Disponenten, angefangen von einfachen Auswahlen von Datenfeldern der Datenbank bis hin zu Berechnungen der Antwort zu den viel zitierten 'Was geschieht, wenn ...?'Fragen. Antwortzeiten des Systems bis zu ungefähr einer Minute wird der Disponent tolerieren.

---

1 Koch (1972), S. 227.

Sonst würde ein Entscheidungsprozeß unterbrochen, wenn er in der Zwischenzeit zu anderen Aktivitäten überwechseln müßte.[1]

Allgemein darf man feststellen: Je kürzer die Aktualisierungszeit ist, d. h. "je aktueller Informationen sind, desto geringer ist die Ungewißheit, mit der Entscheidungen behaftet sind"[2]; und je kürzer die Wiedergewinnungszeit ist, d. h. je schneller der Disponent entscheiden kann bzw. je schneller z. B. ein Bestellprogramm die vorgegebene Bestell-Entscheidungsregel ausführen kann, desto eher kann die Handlungsweise an veränderte Umweltkonstellationen angepaßt werden. Wie stark sich eine Verkürzung beider Zeitintervalle "in einer Erhöhung des Informationswertes niederschlägt, hängt ab vom Inhalt der Entscheidungsmatrix, der Entscheidungsregel und der Geschwindigkeit, mit der sich das Entscheidungsfeld ändert."[3]

302.4 Flexibilität

Die Entscheidungen über die zukünftigen ökonomischen Veranstaltungen im betrieblichen Informationsbereich müssen immer unter Ungewißheit getroffen werden. Somit gilt auch für diesen Bereich: "Ungewißheit und flexibles unternehmerisches Verhalten sind untrennbar miteinander verbunden."[4]

---

1 Vgl. zu den Anforderungen an Antwortzeiten im Dialogbetrieb die Ausführungen von Mertens und Kress (1970); insbesondere die Ausführungen zu einem von Morton entwickelten, durch einen größeren UNIVAC-Rechner gesteuerten interaktiven System mit einem Bildschirmgerät; vgl. Morton (1971a). Vor diesem "versammeln sich jeden Monat einmal Führungskräfte aus den Bereichen Vertrieb, Produktion und allgemeine Planung, um - jeweils gleitend für die nächsten zwölf Monate - den kombinierten Absatz-, Produktions- und Lagerhaltungsplan zu erarbeiten." Mertens und Kress (1970), S. 12.

2 zur Nieden (1971), S. 73.

3 Ebenda, S. 74.

4 Meffert (1969), S. 798. Zu der unternehmenstheoretischen Bedeutung der Flexibilität, auch zu einer Auseinandersetzung mit anderen Begriffen wie Elastizität, Anpassungsfähigkeit u.a. vgl. insbes. Meffert (1969) und Mellwig (1972).

Gerade für computergestützte Informationssysteme wird immer wieder die Forderung nach deren Flexibilität erhoben[1]; und zwar aus drei Gründen:

- Der spektakuläre Fortschritt der modernen Informationstechnologie bringt in schneller Abfolge neue Computergenerationen, periphere Systeme, Verfahrens- und Programmierungsmethoden mit verbesserten Kosten-Leistungs-Verhältnissen.
- Die Veränderung der Umwelt, nicht zuletzt gesetzlicher Vorschriften, das Streben nach größerer Rationalität des Entscheidungsprozesses, allgemein: "Die Ursachen des wachsenden Informationsbedarfs in der Unternehmung"[2] üben einen starken Druck auf Veränderungen des Informationssystems aus.
- Der Widerstand gegen Umstellungen im EDV-Bereich ist durch hohe Umstellungskosten gekennzeichnet, z. B. Umprogrammierung ganzer Programmsysteme oder ineffiziente Maschinennutzung durch Emulatoren und Übersetzungsprogramme.

Wir wollen uns hier der Begriffsbildung von Emery und Römheld anschließen, die von der Flexibilität die Möglichkeiten der Generalisierung der System- bzw. Programmgestaltung abspalten.[3] "Die Möglichkeit zur Generalisierung bezeichnet die Fähigkeit eines Informationssystems, einer Vielzahl von Informationswünschen zu entsprechen, ohne dabei irgendwelche grundlegenden Modifikationen am System vorzunehmen."[4] Dieser Tatbestand wird insbesondere durch komplexe Software für die Verwaltung der Datenbank erfüllt, die durch eine generelle, umfangreichere Programmlogik verschiedenste, zum Teil nicht antizipierbare Informationsbedürfnisse befriedigen kann.[5] Der Nachteil der generellen

---

1 Vgl. z. B. Schuff (1962), S. 398; Wild (1966), S. 143; Wahl (1969), S. 20; Emery (1969), S. 102, 106 f.; zur Nieden (1971), S. 80 ff.; Römheld (1971), S. 57 f.

2 Eine Vielzahl von Ursachen und Faktoren des wachsenden Informationsbedarfs untersucht Wacker eingehend in Abschn. I.3. seiner Untersuchung; vgl. Wacker(1971).

3 Vgl. Emery (1969), S. 102, 106 f.; Römheld (1971), S. 57 f.

4 Römheld (1971), S. 57.

5 Diese Software werden wir in Abschn. 323 als 'automatische Datenverwaltungssysteme' noch eingehend besprechen. Sie werden durch Computerhersteller, unabhängige Software-Unternehmen und zum Teil auch von großen Wirtschaftsprüfungsunternehmen entwickelt.

Programme ist, daß sie im Verhältnis zu maßgeschneiderten Programmen größer sind, deshalb mehr Speicherplatz und längere Verarbeitungszeiten erfordern.[1]
"Flexibel ist ein Informationssystem, wenn es sich leicht modifizieren läßt. Es kann also ohne weiteres ein System inflexibel sein, obwohl es der Möglichkeit zur Generalisierung gerecht wird."[2] So sind Computerprogramme, die in höheren, problemorientierten Sprachen geschrieben sind, meist flexibler als solche, die in Maschinensprachen geschrieben sind. Ebenso lassen sich Programme und Dateien, die in relativ unabhängigen Subroutinen und Teildateien (Modul-Organisation, Baukastenprinzip) geplant sind, leichter modifizieren.[3] Allgemein darf festgestellt werden: Ein spezialisiertes, inflexibles computergestütztes MIS kann, auch wenn neue Informationswünsche schon bekannt sind, diese nicht erfüllen und zu schlechteren Entscheidungsergebnissen als sonst möglich führen.[4]

302.5 Ergebnis

Rationale Entscheidungen bei der Planung und Weiterentwicklung computergestützter MIS erfordern die Analyse von Wert und Kosten. Da Informationen erst durch ihre Benutzung im betrieblichen Entscheidungsprozeß einen Wert erwerben, sind die Benutzer des MIS, d. h. das Management, am besten in der Lage, deren Wert zu beurteilen. Das Management trägt die Verantwortung für vergröberte Wertbeurteilungen und die Fixierung der Kriterien: Datenmenge und Verdichtungsgrad, Genauigkeits- und Sicherheitsgrad, Zeit- und Flexibilitätsanforderungen. Diese Verantwortung liegt, etwas vereinfacht formuliert, in der Beantwortung der Frage: Was soll das MIS produzieren?

---

1 Vgl. Emery (1969), S. 106.
2 Römheld (1971), S. 57.
3 Vgl. im einzelnen zu den Modularprogrammen Lutz (1967) und Mertens (1969), S. 222 f.
4 Vgl. Emery (1969), S. 102.

Damit ist jedoch nur ein Aspekt der Planung eines MIS beleuchtet. Der zweite Aspekt läßt sich vereinfacht in der Frage ausdrücken: Wie soll das computergestützte MIS die Informationen produzieren? Die Verantwortung für deren Beantwortung und damit für die Kostenschätzungen liegt bei den mehr technisch ausgerichteten Mitarbeitern. Um schließlich zu einer Gesamtentscheidung und einem abgestimmten Plan zu gelangen, der konkret den Vollzug der Maßnahmen bei Entwicklung und Anwendung der Programme und Dateien sowie bei Anschaffung und Betrieb der Hardware festlegt, sind beide Fragen gleichzeitig zu beantworten.

Diese Gleichzeitigkeit wird organisatorisch verwirklicht zumeist durch ein Gremium, das sich aus Führungskräften der betroffenen Ressorts, informationstechnisch ausgerichteten Mitarbeitern sowie Mitarbeitern der Revisions-, zentralen Planungs- und anderen Stabsabteilungen zusammensetzt.[1] Hier wird durch Abwägen der verschiedenen Nachfrage- und Produktionsalternativen und durch freie iterative Veränderung der Spezifikationsgrade der Kriterien eine sinnvolle Kombination erarbeitet.[2] Im folgenden sei nun der zweite Aspekt der Planung eines computergestützten MIS untersucht, und zwar in den Bereichen der maschinellen Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Verarbeitung.

---

1 Das Problem der organisatorischen Verwirklichung zeigt sich auch in den verschiedenen Anforderungen, die an den Projektleiter oder MIS-Manager gestellt werden. Dieser soll betriebswirtschaftliche und EDV-Kenntnisse besitzen, wobei in Großunternehmen das Schwergewicht meist auf der betriebswirtschaftlichen Ausrichtung liegt.
Zu den mehr aufbauorganisatorischen Fragen wie der Organisation der EDV-Abteilung, der immer erhobenen Forderung nach Unterstützung der MIS-Planung durch die obersten Führungskräfte und der Beteiligung des Mangements vgl. im einzelnen Meller (1967), Sanders (1970), S. 269 ff. sowie Römheld (1971), S. 99 ff. u. die dort angegebene Literatur.

2 Zu den ablauforganisatorischen Fragen bei der Einrichtung eines MIS wie der Vor- und Detailuntersuchung, Schulung u.a. vgl. Wahl (1969), S. 59 ff., insbes. die Ablaufdarstellung in einem Netzplan auf S. 84; vgl. auch die Artikelreihe von Blau in der Zeitschrift Bürotechnik und Organisation, vgl. Blau (1966/67); Rosove (1968); Mertens (1969), S. 226 f.; Blumenthal (1969), S. 102 ff.; Gressbach (1970) zur Personalplanung; Grob (1970); Sanders (1970), S. 203 ff.
Insbesondere zu den organisationspsychologischen und menschlichen Problemen bei Einführung der EDV im Rahmen von MIS vgl. insbes. Bower und Sefert (1965); Lee (1967); Riehm (1968); Sanders (1970), S. 326 ff.

31 Planung der Erfassung

310 Erfassungsvolumen

Ausgangspunkt der Planung im Erfassungsbereich ist das gegenwärtige und zukünftige Erfassungsvolumen. Am Anfang jeder Informationsproduktion steht die Erfassung von Ereignissen entsprechend einem bestimmten Repräsentations- oder Codierungsschema; dieses nennt man Datensatz, der die Information in Feldern, Segmenten, Überschriften, Kennnummern u.a. repräsentiert. Ein Verkaufs-Geschäftsvorfall könnte z.B. folgendermaßen erfaßt werden: Laufende Nr. des Geschäftsvorfalls, Kundenname, Kunden-Nr., Art und Anzahl der Artikel, Einzel- und Gesamtpreis, spezielle Lieferungsbedingungen u.a.; insgesamt ein Datensatz von vielleicht 100 alphanumerischen Zeichen.[1]

Bei mehreren tausend Verkaufsvorfällen pro Tag - allgemein bei hohem Erfassungsvolumen-wird man bei gegebener Informationsstruktur überlegen, wie die Kosten im Erfassungsbereich verringert werden können, ohne zu große Informationsstrukturen in Kauf nehmen zu müssen. Dazu seien fünf Möglichkeiten diskutiert.[2]

(1) Ein viel zitierter Grundsatz ist, Informationen nur an einer Stelle - und möglichst nahe der Informationsquelle-zu erfassen und in maschinenlesbare Form umzuwandeln. In dieser Form werden sie an andere Organisationseinheiten übermittelt, sobald diese sie für Entscheidungen oder nachfolgende Informationsverrichtungen benötigen. Z.B. könnte der Datensatz im obigen Verkaufs-Beispiel auch für Buchhaltung, Lagerbestandsrechnung, Käuferanalysen und Transportentscheidungen dienen.

(2) Eine weitere Möglichkeit ist die stichprobenweise Erfassung von Informationen. Für den Wirtschaftsprüfer sind Zufalls-Stichproben schon unentbehrlich geworden.[3] Insbe-

---

1 Datenstrukturen besprechen wir eingehend bei der Planung der Speicherung; siehe Abschn. 322.0
2 Vgl. Emery (1969), S. 38 f.
3 Wir verweisen auf Leffson/Lippman/Baetge (1969), Schulte (1970) und die dort angegebene Literatur.

sondere für Kontrollentscheidungen ist die stichprobenweise Erfassung oft vorteilhaft, z.B. im Lagerbereich durch Inventuren mit Hilfe von Stichproben[1], bei der Rechnungsprüfung[2] und anderen Bereichen.[3] Auch für andere Entscheidungen kann gelten, daß "a small sample often provides virtually the same information as a 100 per cent sample. However, most data for operating purposes (preparing pay checks, for example) cannot be collected on a sample basis. Furthermore, sampling is limited to relatively repetitive activities."[4]

(3) Oft können Informationen prognostiziert werden aufgrund von a priori Informationen, die schon vorhanden sind. Wenn z.B. eine Teilanforderung erstellt wird, hat das System schon beträchtliche Information über das spätere Ereignis der Einzelfertigung dieses Teils. Es kann eine vollkommene Prognose geben über seine Identifizierungsdaten wie z.B. Auftrags-Nr., Teile-Nr., Arbeitsplatz-Nr., geplante Rüst- und Laufzeiten. Prognostizierbare Daten dieser Art werden 'Fix-Daten' genannt. Der tatsächliche Verbrauch an Werkstoffen und die tatsächlichen Produktionszeiten sind ungewiß. Sie werden deswegen nicht prognostiziert, sondern als 'variable Daten', nachdem das Ereignis eingetreten ist, erfaßt.

(4) Ein Beleg,der 'Fix-Daten' enthält, wird an eine externe Quelle gesandt, die die variablen, für das Unternehmen nicht prognostizierbaren Daten einträgt und zurücksendet. Der Vorteil ist der gleiche wie bei internen Belegen, die Fix-Daten enthalten: Es wird das Volumen der Daten verringert, die wieder erfaßt werden müssen.

(5) Schließlich werden im Rahmen einer pfenniglosen Buchhaltung bzw. allgemein bei einer Einschränkung des Pfennig-

---

1 Vgl. Deming (1960), S. 150-164; Roth und Bujak (1961); Roth (1966); Arbeitskreis Ludewig (1967), S. 55-72.
2 Vgl. Buchan und Cyert (1957); Ridilla (1959).
3 Vgl. zur Anwendung von Stichprobentechniken im Rechnungswesen insbes. Trueblood und Cyert (1957) sowie Ehrt (1967).
4 Emery (1969), S. 38.

rechnens außerordentliche Reduktionen des Erfassungsvolumens mit einer anschließenden Verminderung der Speicherplätze sowie der Kommunikations- und Verarbeitungszeiten möglich.[1]

311 Erfassungsverrichtungen

Wir gehen davon aus, daß die Erfassung zum größten Teil in maschineller Produktionsweise geschieht und fächern diese für die folgende Erörterung der wirtschaftlichen Einflußgrößen in fünf Erfassungsverrichtungen auf.

(1) Die Gewinnung von durch Mensch oder Maschine wahrnehmbaren Informationen an ihrer Quelle. Der Mensch erfaßt die Informationen i.d.R. durch einen Seh- oder Hörvorgang "as in the case of a sales clerk filling out a sales slip with information supplied orally by the customer. Even the sense of smell, or taste may occasionally be used."[2] Die maschinelle Erfassung kann mechanisch, elektromechanisch, analog und digital erfolgen[3], z.B. bei der Erfassung von analogen Informationen wie Druck und Temperatur bei chemischen Prozessen und von digitalen Informationen wie Produktionsziffern, Kundenzählungen u.a.

(2) Umwandlung der gewonnenen Information von einem Aufzeichnungsmedium in ein anderes, d.h. eine Änderung der Kodierung oder Repräsentation der Information, aber nicht ihres Inhaltes. Hier kann man visuell-digitale, hören-digitale, manuelle, mechanisch- und analog-digitale Umwandlungen unterscheiden.

---

1 Vgl. Brenneis/Roth/Schultheiß (1969), S. 33 sowie zu der allgemeinen Problematik und den Möglichkeiten der Einschränkung des Pfennigrechnens: Baetge (1967).
2 Vgl. Emery (1969), S. 38.
3 Vgl. Stender (1970), S. 62.

Beispiele:
Umwandlung von Lochstreifen in Lochkarten; von Lochkarten auf Magnetband, von gedruckten Belegen auf Magnetband (Belegleser), von gedruckten Belegen in Kernspeicher, vom Kernspeicher in Photographien (COM = Computer Output Microfilm).

(3) Kontrollverrichtungen durch programmierte und andere Kontrollen und die anschließende Korrektur von Fehlern bei den verschiedenen Erfassungsverrichtungen.

(4) Vorverarbeitung der Informationen durch Datensatzaufbereitung (editing), Datensatz-Formatierung (record formatting), Sortieren, Mischen und Zuordnen , insbesondere bei der Stapelverarbeitung.

(5) Eingabe der Informationen auf Zwischenspeichermedien, zum Schluß in von Maschinen wahrnehmbarer Form.

In diesem Zusammenhang spricht man von Dateneingabegeräten und unterteilt unter Auslassung von speziellen Aggregaten in: Lochkarten (-streifen)- Locher bzw. Leser; Tastatur-Magnetband, Tastatur-Magnetplatte und direkte Tastatur Eingabe-Systeme ; Beleglesertechnologie wie Klarschriftleser, Magnetschriftleser, Markierungs- und Mehrfunktionsleser.[1]

Die Kosten der Datenerfassung stellen oft den größten Posten des EDV-Budgets im Betrieb. Eine Studie verbunden mit einer Umfrage des renommierten Beratungsunternehmens 'Diebold' zeigt, daß die Eingabekosten mindestens 18 % der direkten Kosten betragen; in einzelnen Fällen betrugen die Eingabekosten bis zu 40 %.[2]

Um die Problematik der Informationserfassung aufzuzeigen, die sich auch in dem hohen Kostenanteil widerspiegelt, sei ein kurzer historischer Ausflug gestattet.[3] Der schnel-

---

1 In Anlehnung an die Unterteilung bei Dworatschek (1971), S. 271 ff; vgl. zu den Methoden und Geräten im einzelnen Bereska (1967), S. 38 ff; Henlein (o.J.); Baldus (1969); Sieber (1969).
2 Zitiert nach Canning (1971, Nr. 9), S. 8; zu Kostenanalysen der Datenerfassung vgl. Kliem (1967); Böhm (1968) und Roschmann (1970).
3 Vgl. u.a. Carey (1970); Stender (1970), insbes. S. 60 f.

le technische Fortschritt bei den Computer-Zentraleinheiten hat das sogenannte Input-Output-Problem immer mehr vergrößert. Dieses Problem besteht darin, daß die Verrichtungen zur Ein- und Ausgabe der Information zeitlich langsamer und kostengünstiger ablaufen als die eigentliche Verarbeitung durch die Zentraleinheit.

Zentraleinheiten arbeiten heute im Bereich von Nanosekunden; ihre Produktivitätsfortschritte lassen sich am besten an den Kosten je Rechenschritt ablesen, die sich verbessert haben "by factors of 4 to 10 with each new generation or new line of computers. For example, IBM calculates that the cost of 100.000 multiplications on the IBM 704 was $ 1,38 but the same cost on the IBM 7090 was $ 0,25. This same cost with the better 'third generation' machines is in the range of a few pennies, at most."[1]

Mit der Entwicklung des neuen Systems 370 durch IBM und vergleichbarer Computersysteme anderer Hersteller ist seit der Einführung der ersten Computer in die Betriebspraxis - der Univac I in 1951 - deren Produktivität noch erheblich weiter verbessert worden.[2]

Daß die Ein- und Ausgabeverrichtungen langsamer ablaufen, hat zwei Gründe. Einmal werden dazu meistens mechanische oder elektromechanische Maschinen eingesetzt, die im Sekunden- bis Microsekunden-Bereich arbeiten. Zum anderen sind i.d.R. Menschen am Produktionsprozeß beteiligt, die die Verrichtungen noch langsamer ausführen. Dabei weisen die Ausgabegeräte größere Fortschritte als die Eingabegeräte auf. Zum Beispiel:"printers operate more reliably at over 1000 lpm than the 150 lpm printers which were astounding but unreliable devices in 1951. This factor of 7 to 8 improvement in speed seems very sluggish compared to the dramatic increases in main frame speed but

---

1 Stender (1970), S. 60.
2 Vgl. zu einer ausführlichen Diskussion des technischen Fortschritts in der Computertechnologie: Sharpe (1969) und die dort angegebene Literatur insbes. zu den empirischen Studien über "computer cost effectiveness"; vgl. Sharpe (1969), S. 322 ff.

the best modern keyboard entry device is only about 50 % better in 'throughput' time than the original card punch keyboard devices."[1]

Obwohl also die Lochkarten-Technologie einen relativ geringen Produktivitätsfortschritt aufweist, ist sie immer noch vorherrschend bei der Erfassung. Seit ihrer Erfindung durch Hollerith, der mit Hilfe seiner Lochkarten, Kartenlocher und Kartenleser die amerikanische Volkszählung von 1890 auswertete, sind die Grundlagen der Technologie unverändert.[2]

Die Kosten steigen bei der Lochkartentechnologie ungefähr linear mit dem Volumen. Bei den anderen Methoden wird i.d.R. eine Kostendegression eintreten. Die Funktion zwischen Kosten und Volumen hängt ab vom Automationsgrad. Im allgemeinen sind den technischen aufwendigeren Systemen höhere Fixkosten und niedrigere variable Kosten als den 'manuellen' Methoden zugeordnet. Bei einem Vergleich der langfristigen Durchschnittskostenkurven erkennt man, wie durch die Fortschritte in der Erfassungstechnologie der Ersatzzeitpunkt für technisch einfache und manuelle Verfahren sich zu immer niedrigeren Erfassungsvolumina verschiebt.

312 Einflußfaktoren

Wir wollen im folgenden die wichtigsten wirtschaftlichen Einflußfaktoren untersuchen, die der Disponent bei der Planung der Handlungsweisen im Erfassungsbereich kalkulieren wird. Dabei beschränken wir uns auf die sogenannten Tastatur-Systeme: Lochkarten-Technologie, Tastatur-Magnetband und Tastatur-Magnetplatte-Systeme.[3]

---

1 Stender (1970), S. 61; zu nichtmechanischen Schnelldruckern vgl. Preisinger (1967).

2 Vgl. zur Entwicklung der Lochkarten-Technologie Carey (1970), insbesondere S. 73 f.

3 Vgl. dazu auch Canning (1971; Nr. 9 und 10) sowie Trimble und Penta (1970). Die Methode der Fernerfassung von Informationen besprechen wir unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten in Abschn. 33.
Auf eine Behandlung der technisch interessanten und wirtschaftlich immer bedeutungsvolleren modernen Belegleser-Technologien müssen wie hier leider verzichten. Jedoch kann der Disponent hier cum grano salis auch auf

Die Kosten der Lochkarten-Technologie steigen ungefähr linear mit dem Produktionsvolumen, wobei die direkt zurechenbaren Kosten für das Bedienungspersonal und die Maschinen in den letzten 20 Jahren sich fast verdoppelt haben.[1] Kartenstapel sind unhandlich und das Medium i.d.R. nicht wieder verwendbar. Hauptvorteile der Lochkarten-Technologie sind, daß Lochkarten übertragbare Belege sind und die Maßeinheiten eines Mediums sind, das von Mensch und Maschine gelesen werden kann.

Eine wichtige Einflußgröße für die Bedienungskosten ist die Gestaltung der Tastaturen nach modernen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen.[2] Bei den Kartenlochern hat sich die Gestaltung durch IBM durchgesetzt. Bei den 'Tastatur auf Magnetband'-Geräten gibt es daneben konventionelle Schreibmaschinen Tastaturen mit dem Vorteil, lohngünstigere Schreibmaschinenschreiberinnen einsetzen zu können und dem Nachteil, bei großem Anfall von numerischen Daten eine separate numerische Tastatur zusätzlich bereitzustellen.

Zu berücksichtigen sind die Kosten- und Produktivitätsunterschiede zwischen mechanischen und elektrischen Tastaturen, wobei letztere wegen des leichteren Tastenanschlages die Informationen ca. 7 % schneller annehmen.[3] Außerdem sind die Duplizierungs- und Sprungverrichtungen bei mechanischen natürlich langsamer als bei elektronischen Geräten. Die 80- oder 90-Spalten-Begrenzung der Lochkarten erfordert oft mehrere Karten je Datensatz.

Forts. Fußn. 3:
3 die Beurteilung dieser Methode unsere Konzeption der Einflußfaktoren anwenden. Aus der umfangreichen Literatur sei verwiesen auf: Feidelmann (1969); Anderson (1969); ein Artikel eines der Pioniere dieser Technik: Rabinow (1969); ein Erfahrungsbericht von McCracken (1969); Kleitz und Braunsdorf (1967); Mertens (1969), S. 201 ff; Dworatschek (1971), S. 271 ff.

1 Vgl. Stender (1970), S. 62 f.
2 Vgl. dazu im einzelnen Canning (1971, Nr. 9), S. 8 f.
3 Vgl. Hix und Magsam (1970), S. 106.

"Die maximale, durch die Maschine begrenzte Eintastgeschwindigkeit liegt bei 20 Zeichen pro Sekunde."[1] Zur Planung können für den Disponenten nur Erfahrungswerte relevant sein, die meist in stündlichen, durchschnittlichen Produktionsraten ausgedrückt werden. Sie liegen zwischen 8.000 und 12.000 Anschlägen pro Stunde[2] und schwanken je nach Erfahrung des Personals, Art der Informationen, Klarheit des Vorlagemediums u.a. Relevanter sind natürlich Produktionszahlen für den speziellen Informationsanfall des Unternehmens, falls sie dem Disponenten zur Verfügung stehen.

Werden Informationen erfaßt, um schließlich auf EDV verarbeitet zu werden, so müssen am Ende der Erfassungsphase die Informationen in von Maschinen wahrnehmbaren Code umgewandelt werden. Die Zahl der Umwandlungsschritte ist dabei zu minimieren. So ist einer der Grundsätze der Systemanalyse, Datenumwandlung wegen i.d.R. höherer Kosten und höherer Fehlerquoten soweit wie möglich zu vermeiden.[3]

Fehlerentdeckung und Korrektur ist die insbesondere für den internen und externen Prüfer wichtigste Phase der Informationserfassung. Deswegen werden wir deren Diskussion in Abschnitt 4 fortführen. Die Überlegungen des Entscheiders für das betriebliche Informationshandeln beginnen schon bei den Maßnahmen zur Fehlerverhütung:

(1) Die Verantwortung für alle Fehler tragen die sie verursachenden Organisationseinheiten.
(2) Konventionelle Qualitätskontrolltechniken, wie Stichproben, Prämien, bessere Arbeitsplatz- und

---

1 Dworatschek (1971), S. 266.
2 Vgl. z.B. die Erfahrungswerte von Landon (1970), S. 92. Der Wert von Dworatschek:" Eine geübte Schreibkraft erreicht... 3 bis 10 Anschläge pro Sekunde", erscheint u.E. zu hoch; Dworatschek (1971), S. 266 f.
3 Vgl. Emery (1969), S. 38.

Formulargestaltung.[1]

(3) Größere Mechanisierung - z.B. liegt die Fehlerquote bei manueller Aufzeichnung, bei manuellem Lochkartenstanzen zwischen 1 bis 2 %.[2]

Bei der Fehlerentdeckung unterscheiden wir zwischen Vergleichskontrolle (verification) und Gültigkeitskontrolle (validation).[3] Bei ersterer sichert man durch Vergleichen, daß die Ausgangs-Informationen identisch in die Maschinensprache übertragen worden sind. Bei der Gültigkeitskontrolle sichert man die Richtigkeit der Ausgangs-Informationen durch Kontrollsummen, Prüfziffern u.a.

Durch doppeltes Lochen von Karten auf einem Lochprüfgerät (verifier) - möglichst durch unterschiedliche Mitarbeiter - werden die meisten Differenzen zwischen

---

1 Davidson (1969) schlägt z.B. folgende Maßnahmen zur Fehlerverhütung vor: Anstatt neuer alphanumerischer Codes soll man die numerischen ausweiten; wenn Buchstaben benützt werden müssen, sollte man zweideutige wie I, O, U, V, N vermeiden; bei der Gestaltung eines Code-Nummern-Systems sollte man die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens gleicher Ziffern hintereinander verringern, denn sich wiederholende Ziffern sind eine häufige Fehlerursache bei der Übertragung; so ist die Fehlerwahrscheinlichkeit größer bei der Übertragung von 21178 als bei 21078. Zur Formulargestaltung schlägt er vor; Geplante Redunanz für kritische Daten, z.B. Name und Personalnummer; Druck von Instruktionen auf das Formular; durch Druck, z.B. Kästchen, Gruppierung des Datensatzes vorgeben u.a.

3 Zum allgemeinen Begriff der Kontrolle siehe unsere Ausführungen zu Beginn des II. Teiles im Anschluß an Leffson (1969).

2 Dworatschek (1971), S. 267; vgl. zur Quote der unentdeckten Fehler, die mit zunehmender Automatisierung sinkt, Abb. 33-2. Allgemein darf man sich der Folgerung zur Niedens anschließen:"Aufgrund des technischen Fortschritts ist ein zunehmendes Zurückgehen der Datenerfassung durch den Menschen zu erwarten. Die Ausschaltung des Menschen bedeutet gleichzeitig eine Verringerung der Fehlerhäufigkeit..."zur Nieden (1971), S. 161.

der ersten und zweiten Tasteneingabe entdeckt. Nimmt man Unabhängigkeit zwischen dem ersten und zweiten Lochen an, was jedoch z.B. bei einer Abfolge von gleichen alphanumerischen Zeichen unrealistisch ist, so wird die Fehlerquote vernachlässigbar klein. Über visuelles Korrekturlesen i.d.R. über eine Bildschirmausgabe ist die Meinung geteilt. Eine Meinung lehnt sie ab als "very slow and relatively inaccurate, since it depends on visual comparison, character by character."[1] Dies muß jedoch dahingehend modifiziert werden, daß visuelles Prüflesen dort vorteilhaft ist, wo Text- oder andere Informationen auf Wort- oder Satz-Basis verglichen werden können.[2]

Bei den 'Tastatur-auf-Magnetband'-Geräten erfolgt die Vergleichskontrolle wie bei der Lochkarten-Technologie mit einem wichtigen Unterschied: Das gleiche Gerät kann meistens Eingabe und Vergleichskontrolle vornehmen.[3] Da i.d.R. weniger als 100 % der Datenmenge verifiziert werden, entsteht ungleicher Arbeitsanfall für Eingabe und Vergleichskontrolle. Außerdem ändern sich die Kontrollanforderungen mit der Art der Informationen, so daß die Spitzenbelastungen für Kontroll- und Eingabeverrichtungen differieren. Wenn verschiedene Maschinen für beide Verrichtungen benutzt werden müssen - wie bei Locher und Lochprüfgerät -, wird eine ausgefeilte Planung und Überwachung notwendig. Bei den Mehrzweckaggregaten wie den 'Taste-Magnetband'-Geräten entfallen diese Kosten.

Die Vergleichskontrolle bei den'Taste-Magnetplatte'-Geräten ist flexibler. So ist eine fast gleichzeitige Kontrolle möglich, wobei die Ausgangs-Informationen von dem Eingabe-Bearbeiter zum Prüfer weitergereicht werden.Dabei ist dann letzterer gegenüber dem ersten

---

1 Trimble und Penta (1970), S. 94.
2 Vgl. Landsman (1970), S. 11; Canning (1971, Nr. 9), S.11.
3 Für die neuesten Entwicklungen der Lochkarten-Technologie ist diese Aussage zu modifizieren. Z.B. können einige neuere Lochkartengeräte Eingabe und Vergleichskontrolle vornehmen; die Fehler werden durch Sperrung der Tastatur erkannt und mittels eines Zwischenspeichers, der die 'verifizierten' Karten enthält, durch Übertragung auf eine Leerkarte korrigiert; vgl. Canning (1971, Nr. 9), S. 5 f.

nur um einige Belege zurück. Dadurch wird die Gesamtproduktionszeit für einen Verarbeitungsauftrag verkürzt. Ebenso kann hier wegen der i.d.R. größeren Anzahl von Format-Programmen-die wir bei der nächsten Vorverarbeitungsphase besprechen werden - eine größere Selektion der zu prüfenden Datensätze vorgenommen werden.

Die Verfahren zur Gültigkeitskontrolle werden in Abschnitt 4 noch detailliert untersucht. Sie basieren hauptsächlich auf Redundanz in der Datenmenge. So kann die meist redundante Summe bestimmter Datenfelder für eine Gruppe hingegebener Datensätze benutzt werden, um den Verlust oder die Einfügung eines Datensatzes zu entdecken und zu korrigieren. Nach der Datengewinnung wird die externe Kontrollsumme bestimmt, die Daten und die Kontrollsumme werden eingegeben, dann wird intern die Summe berechnet und mit der externen verglichen. Bei Gleichheit wird Richtigkeit angenommen, bei Ungleichheit wird der Fehler gemeldet und bei Fehlen eines Datenfeldes dieses eventuell aus Kontrollsumme und Summe der anderen Ziffern rekonstruiert.

Die Kontrollsumme kann eine wirtschaftliche Bedeutung haben - z.B. die Gesamt-Lagerentnahme eines Tages bei einem Stapel von einzelnen Lagerabgängen des betreffenden Tages - oder nicht, z.B. die Summe aller Seriennummern (hash total). Werden die Datensätze vor der Verarbeitung zu einer standardisierten Rangfolge geordnet, z.B. nach aufsteigenden Auftragsnummern, dann bietet die Prüfung der Rangfolge einigen Schutz von Fehlern; jedoch nicht gegen den Verlust von Datensätzen, wenn Lücken in der Rangfolge erlaubt sind.

Man benutzt die Redundanz, um die logische Konsistenz der Daten zu bestimmen. Sind sie konsistent, werden sie als richtig angenommen, sonst sind sie fehlerhaft. Man kann die Richtigkeit der Daten nur 'annehmen', weil immer auch bei Konsistenz eine Fehlerwahrscheinlichkeit gegeben

ist. Allerdings kann mit größerer Redundanz die Fehlerwahrscheinlichkeit auf geringste gewünschte Werte reduziert werden.

Wie alle Qualitätsverbesserungen der Information ist auch größere Genauigkeit mit dem Einsatz von Produktionsfaktoren: Bedienungspersonal, Maschinenzeiten, Speicherplatz u.a. verbunden. Genauigkeit bei der Erfassung wird durch Verrichtungen erreicht, die Fehler verhüten, entdecken und korrigieren. Allgemein wird zu dem Kostenverlauf gesagt: "Almost any degree of perfection can be achieved, but cost tends to rise very steeply as perfection is approached."[1] Kostenkomponenten sind u.a. die Erfassung und Pflege redundanter Daten für Fehlerentdeckung und Korrektur, ebenso wie Einrichtungs- und laufende Kosten der von Mensch oder Maschine ausgeführten Kontrollverfahren.

Für den Vorteilhaftigkeitsvergleich der verschiedenen Methoden ist wichtig, wie sie die Fehlerkorrektur handhaben.[2] Im Lochkartensystem wird anstatt der fehlerhaften eine berichtigte Karte in den Stapel eingefügt. Die 'Taste-Magnetplatte'-Systeme bieten die gleichen Korrekturverrichtungen wie die 'Taste-Magnetband'-Systeme und mehr. So kann die Bedienungskraft, sobald sie entdeckt hat, daß sie einen Fehler gemacht hat, unmittelbar zurückschalten und das richtige Zeichen eintasten. Das neue Zeichen ersetzt automatisch das alte im Zweichenspeicher. Es muß auch möglich sein, zu vorhergehenden Datensätzen zurückzuschalten, wenn sie dort einen Fehler korrigieren will. Fehlt beim Magnetbandsystem ein Datensatz oder ist er stark fehlerhaft, so kann es notwendig werden, ein neues Band zu produzieren, und die beiden Bänder zu mischen, um das berichtigte Band zu erhalten.[3]

---

1 Emery (1969), S. 105.
2 Vgl. auch Canning (1971, Nr. 9), S. 12 f.
3 Vgl. Trimble und Penta (1970), S. 94.

Nicht direkt korrigierbare Fehler sind Fehler in den Ausgangs-Informationen, die durch Gültigkeitskontrollen entdeckt werden. Hier können 'Taste-Magnetplatten'-Systeme mit Einsatz von entsprechend programmierten Kleincomputern die verschiedensten Gültigkeitskontrollen verrichten. Wenn z.B. eine Bereichskontrolle ergibt, daß ein Wert außerhalb des als gültig definierten Bereichs liegt, z.B. ein Stundenlohn von über DM 100,--, so ist ein Fehler in den Ausgangs-Informationen entdeckt. Der Datensatz wird markiert, übersprungen und registriert für eine nachfolgende Analyse durch den Sachbearbeiter.[1]

Es sei noch auf die Einflußgröße,'Kontrollzeitpunkt' für die Erfassungskosten aufmerksam gemacht. Im allgemeinen ist die Fehlerkorrektur kostengünstiger, je näher sie an der Produktionsphase liegt, in der die Fehler gemacht wurden. Die Fehlerentdeckungsverrichtungen sind jedoch kostengünstiger, wenn sie zentralisiert, z.B. zum Schluß auf der Zentraleinheit, vorgenommen werden. Für die Wahl des günstigen Kontrollzeitpunkts muß der Disponent dann mindestens folgende Variablen in sein Kalkül einbeziehen: Kosten der Fehlerentdeckung pro Datensatz, Korrekturkosten für jeden entdeckten fehlerhaften Datensatz, die Wahrscheinlichkeit eines entdeckbaren Fehlers und die Anzahl der zu kontrollierenden Datensätze.

Bevor wir auf die Einflußfaktoren bei der Informationsvorverarbeitung eingehen, seien die Verrichtungen, die wir darunter zusammenfassen, erklärt.[2] Hier werden die eingegebenen Daten für eine wirksame Verarbeitung auf der Zentraleinheit aufbereitet. Dazu werden Felder innerhalb

---

1 Vgl. Trimble und Penta (1970), S. 98.
2 Vgl. ebenda (1970), S. 95.

der Datensätze umgeordnet, so daß die Bedienungskraft entsprechend der Datensätze der Ausgangs-Informationen ohne Rücksicht auf die spätere Verarbeitung eingeben kann. Oder es werden Zeichen automatisch in Datensätze eingefügt, so daß die Bedienungskraft sie nicht einzutasten hat. Erwartet das Hauptverarbeitungsprogramm z.B. 20-Zeichen-Datensätze, die Bedienungskraft gibt aber maximal nur 10-Zeichen-Datensätze ein, so muß letzterer in der Vorverarbeitung mit 10 Zeichen - Leer-Zeichen für alphanumerische und Nullen für numerische Zeichen - aufgefüllt werden. Diese Verrichtung variiert stark, wichtig ist z.B. die linksbündige Auffüllung mit Nullen und das Einfügen von Konstanten. Weitere Verrichtungen sind Duplizierung und Sortierung, Codeumwandlung und die Blockierung von kurzen zu langen Datensätzen wegen des effizienten Einlesens von Magnetbändern.[1]

Konventionelle Lochkarten-Geräte können zwei, moderne bis zu sechs Aufbereitungsprogramme[2] speichern. Die meisten 'Taste-Magnetband'-Geräte ebenfalls zwei, so daß sie keine entscheidende Verbesserung bei dieser Produktionsphase bieten.[3] Bei 'Taste-Magnetband'-Geräten verbunden mit Kleincomputern sind der Programmierung aller Verrichtungen der Informationsvorverarbeitung technisch keine, nur ökonomische Grenzen gesetzt.

313 Ergebnis

Es sei gestattet, aus oben Gesagtem die Folgerung für das Vorteilhaftigkeitskalkül über die Methoden der Informationserfassung zu ziehen:

- Je einfacher und kostengünstiger die Erfassungstechnologie gewählt wird, desto mehr Verrichtungen, z.B. Kontrolle und Aufbereitung, müssen auf dem darauf nicht spezialisierten und teuren Mehrzweckaggregat der Zentraleinheit ausgeführt werden.

---

1 Vgl. Trimble und Penta (1970), S. 95.
2 Vgl. Canning (1971, Nr. 9), S. 5 f.
3 Vgl. dazu die ausgezeichnete Übersicht über die Aufbereitungsverrichtungen bei 21 'Taste-Magnetband'-Geräten bei Alrich (1970).

- Wählt der Disponent bei entsprechendem Produktionsvolumen eine Methode mit auf die Erfassungsverrichtungen spezialisierten Aggregaten - damit eine technisch aufwendigere Methode, die aber wegen der meist gleichzeitigen Substitution des Faktors Arbeit nicht unbedingt Kostenerhöhungen bedeutet -, so wird die Zentraleinheit entlastet.

Die Einflußfaktoren des ersten Entscheidungsfeldes betrieblichen Informationshandelns - der Erfassung - seien wie folgt zusammengefaßt:

(1) Gegenwärtiges und zukünftiges Produktionsvolumen;
(2) Gewünschte Genauigkeit durch Fehlerverhütung;
    - entdeckung und - korrektur;
(3) Informationsarten, z.B. Text oder numerisch;
(4) Anforderungen an die Bearbeitungszeiten;
(5) Gegenwärtige und zukünftige Anforderungen an Bedienungskräfte und Arbeitsangebot;
(6) Ausmaß der notwendigen Informationsvorverarbeitung;
(7) Gegenwärtiger Stand und zukünftige Entwicklung der verschiedenen Erfassungs-Technologien;
(8) Kosten der Handlungsmöglichkeiten, d.h. der alternativen Erfassungsmethoden, einschließlich der oft hohen Anlauf- und Umwandlungskosten;
(9) Einflüsse aus den anderen Entscheidungsfeldern, z.B. der Speicherung, die wir im folgenden diskutieren.

32 Planung der Speicherung

320 Das Problem

"Daten müssen gespeichert werden, um die 'Erfahrungen' später auswerten zu können. Wenn man nicht den gesamten 'Erfahrungsschatz' oder die 'Erwartungen' jedesmal bei Bedarf genau sichten will, kommt es darauf an, schnellen Zugriff zu den relevanten Daten zu haben."[1] Die

1 Will (1971), S. 817.

Einbeziehung der Information in dynamische Entscheidungsmodelle, wobei jeweils der a priori Informationsstand y_{t-1} vom a posteriori Informationsstand y_t als Grundlage der Stretegienwahl: $\alpha^t(y^t) = a^t$ abgelöst wird, ist hier zugrunde zu legen.

Bezeichnet man y^t bei t=1, ..., T als Basis und berücksichtigt, daß y^t nicht vorgegeben, sondern das Ergebnis der Wahl des Disponenten aus verschiedenen Möglichkeiten des Informationshandelns ist, so können wir in Übereinstimmung mit Will Datenbank dadurch definieren, "daß man den Begriff Datenbank für den organisierten Teilsatz einer Datenbasis reserviert"[1].

Wir beschränken uns im folgenden auf die Analyse der Einflußfaktoren einer so abgegrenzten Datenbank, die sich aus technologischen Gründen auch der EDV bedienen muß. Für die Kosten der Datenbank sind neben der Frage nach

(1) dem Produktionsvolumen (Inhalt der Datenbank) folgende Fragen entscheidend:
(2) Wie wird eine Datenbank organisiert i.B.a.Daten (Datenstruktur), Zugang (Indexstruktur) und Speicherungstechnik?[2]
(3) Wie wird die Verarbeitung einer Datenbank (Datenbankverwaltung) geplant? In den drei folgenden Abschnitten werden diese Fragen untersucht.

321 Inhalt der Datenbank

Die Datenbank versorgt die Unternehmung mit einer organisierten Abbildung ihres eigenen Verhaltens und ihrer

1 Will (1971), S. 816.
Ähnlich definieren auch Lutz und Klimesch: "Vom pragmatischen Standpunkt aus ist eine Datenbank die Zusammenfassung von Datenbeständen (Dateien), die die Basis für ein formalisiertes Informationssystem in einem abgeschlossenen Organisationsbereich abgeben soll." Lutz und Klimesch (1968), S. 457.

2 Gleicher Auffassung zur Systematik ist auch Will (1971), S. 817: "Nach Ansicht des Verfassers erweist es sich als zweckmäßig zwischen Daten-, Speicher- und Indexstrukturen zu unterscheiden."

Umwelt. Je disaggregierter, desto realitätsnäher ist sie. Dies kann Entscheidungen über die unternehmerische Handlungsweise verbessern bei allerdings höheren Kosten, hier den Speicherkosten.

Der Inhalt der Datenbank hängt ab zum großen Teil von den Entscheidungen im Erfassungsbereich, d.h. von Art und Anzahl der Daten, die erfaßt, kontrolliert, vorverarbeitet und eingegeben sind. Der zweite Einflußfaktor ist die Länge der Aufbewahrungszeit, Art und Anzahl der zu speichernden Daten wird insbesondere von dem gewünschten Aggregationsgrad beeinflußt. Dieser ist ein Entscheidungsparameter des Disponenten. Je weiter die Daten in die Vergangenheit oder in die Zukunft reichen, für desto höhere Aggregation schon bei der Speicherung wird er sich entscheiden.

Je historischer die Daten werden, desto schwieriger wird es, für darauf beruhende Analogieschlüsse die Bedingung: rebus sic stantibus im Wirtschaftsleben aufrechtzuerhalten oder den kurzfristigen Trend des Geschäftsverlaufs aufzuzeigen. Bei der Aggregation historischer Daten ist weiter zu berücksichtigen, daß durch gesetzliche Vorschriften für bestimmte Zeiten vorgeschrieben ist und ein Hauptzweck von Buchführung und Abschluß die Dokumentation der Geschäftsvorfälle ist.[1] Je weiter die Informationen in die Zukunft reichen, desto geringer wird ihre Treffsicherheit. Diese werden die Ausgangsentscheidungen nur selten verändern und die Entscheidungsergebnisse nur noch gering beeinflussen, so daß sie in mehr aggregierter Form gespeichert werden.

Dieser so herausgestellte schwindende Aggregationsgrad der gespeicherten Information in der Zeit - der 'Geschichte' und der Zukunft vom Entscheidungszeitpunkt aus gesehen, wird bei Wacker in dem allgemeineren

---

1 Zur Diskussion dieses Problemkreises im Zusammenhang mit der gesetzlichen Abschlußprüfung siehe im II.. Teil insbes. Abschn. 45.

Zusammenhang der "Zeitsymmetrie von Informationswirkungen" angesprochen:

> "Mit wachsender Entfernung zur Entscheidung schwindet die Bedeutung der .. Information für die Entscheidungsträger. Von der Entscheidung aus gesehen rückwärtsgerichtet, besagt dies, daß die Erfahrungen der Vergangenheit abnehmen, und vorwärtsgerichtet, daß die Erwartungen über die Zukunft, mit jedem weiteren Vordringen, d.h. Entfernen von der Entscheidung, multiplikativ mehrdeutig werden und mehr und mehr verblassen..."[1]

Inwieweit diese Zeitsymmetrie der Gaußschen Normalverteilungskurve allerdings folgt, von der Åkerman[2] ausgeht, dürfte, wie schon Wittmann[3] und Wacker[4] betonen, nur schwer nachzuweisen sein.

Jede Variable zur Abbildung des Verhaltens der Unternehmung oder der Umwelt kann in zahlreichen Dimensionen beschrieben werden. Wird bei dem oben beschriebenen Verkaufsvorfall eine Dimension, z.B. Name der Verkaufsniederlassung nicht gespeichert, sondern nur eine Aggregation von regionalen Niederlassungen zu Verkaufsbezirken, so wird deutlich:

(1) Aggregation wäscht die Daten über Einzelergebnisse der Niederlassungen aus. Bei Entscheidungen, die direkt die Niederlassungen betreffen, würden die allein berechenbaren Durchschnittswerte eine Differenzierung und damit i.d.R. eine bessere Entscheidung verhindern.

(2) Eine nachträgliche Disaggregation ist unmöglich. Die einmal gewählte Zergliederung in verschiedene Klassifikationen und Aggregationsgrade ist für den Disponenten der einzige Zugang zur Information.

---

1 Wacker (1971), S. 55.
2 Vgl. Åkermann (1942), S. 23.
3 Vgl. Wittmann (1959), S. 137.
4 Vgl. Wacker (1971), S. 55.

(3) Bei abnehmenden Speicherkosten werden immer mehr disaggregierte Daten gespeichert, um später nicht oder schwer antizipierbare Aggregationen vornehmen zu können.

Die Aufbewahrung der vollständigen Datensätze zu den Verkaufsvorfällen mit einem schnellen Zugriff wird nur für eine bestimmte Zeit nach Auslieferung und Bezahlung gerechtfertigt sein, z.B. für Reklamationen. Danach werden Datenfelder aggregiert - in z.B. Umsätze pro Woche - und Einzeldaten vernichtet oder für Dokumentationszwecke auf einem sehr kostengünstigen Medium archiviert. Dieser Prozeß der Erhöhung des Aggregationsgrades wird in der Zeit weiter fortgeführt.

Die Größe einer Datei kann um das Mehrfache wachsen bei Ausweitung der Aufbewahrungszeit und Verfeinerung der Variablenbeschreibung; die Differenzierung in Export- und Importlieferungen kann den Umfang verdoppeln, die Umstellung von wöchentlichen auf tägliche Verkaufszahlen möglicherweise versechsfachen. Bei der Entscheidung über den Aggregationsgrad der Speicherdaten wird man so den Einflußfaktor 'Aufbewahrungszeit' berücksichtigen. Dabei wird man explizit oder implizit immer ein Urteil abgeben müssen über die Wahrscheinlichkeiten des zukünftigen Zugriffs zu den den Speicherentscheidungen unterliegenden Informationen. Zur Schätzung dieser Wahrscheinlichkeiten bieten oft moderne Betriebssysteme Zugriffs-Statistiken an.

322 Organisation der Datenbank

322.0 Datenstrukturen

322.00 Ganzheiten und Eigenschaften

Wir definieren Datenbank als den mit Hilfe der EDV organisierten Teil der Datenbasis. Organisiert deswegen, weil eine Menge von Dateien logisch und technisch-physikalisch untereinander verbunden ist. Eine Datei wird gemeinhin definiert als eine Datenmenge, die einer Menge von realen Objekten und Sachverhalten - genannt 'Ganzheiten' - mit einigen gemeinsamen 'Eigenschaften' zugeordnet wird. Daten, die eine Ganzheit betreffen, sind enthalten in einem Datensatz, so daß eine Datei auch als eine Menge von Datensätzen angesehen werden kann. Diese Ganzheiten müssen gewisse gemeinsame Eigenschaften aufweisen, sonst läge kein Grund vor, sie in einer Datei zu vereinigen. Die Ausprägungen bzw. Werte der Eigenschaften werden innerhalb eines Datensatzes in Datenfeldern organisiert und abgespeichert. Diese allgemeine Definition sollte dazu dienen, die üblichen Konzepte der Ganzheit (entity), der Eigenschaft (property) sowie "der heute üblichen Terminologie"[1] der Datei (data file), des Datensatzes (record) und des Datenfeldes (data field) einzuordnen.

Diese Konzeption wurde von dem für die kommerzielle Datenverarbeitung grundlegenden CODASYL Development Committee wie folgt eingeführt: "An information system deals with objects and events in the real world that are of interest. The real objects and events, called 'entities', are represented in the system by data. The data processing system contains information from which the desired outputs can be extracted through processing. Information about a particular entity is in the form of 'values' which describe quantitatively a set of attributes or 'properties' that have significance in the system."[2]

---

1 Lutz und Klimesch (1968), S. 457.
2 CODASYL (1962), S. 190.

Am Beispiel einer Personal-Datei seien die Konzepte demonstriert. Eine Ganzheit wäre eine bestimmte Person und die Eigenschaften, um die Mitarbeiter für die Datenverarbeitung zu beschreiben wären u.a. Personal-Nr., Name, Geschlecht, Alter, Einstellungsdatum, Erfassung zu Wehrübungen. Ein Datei-Ausschnitt könnte so aussehen:

Personal Nr.	Name	Geschlecht	Alter	Einstellungsdatum	...	Wehrübungen
71013	Müller, Josef	männl.	28	3.1.70		JA
79621	Müller, Maria	weibl.	unbek.	1.9.70		Nicht relevant
					...	

Jeder Eigenschaft ist eine Menge von Werten zugeordnet. Im konkreten Fall werden ein standardisiertes Vokabular, Maßeinheiten oder eine standardisierte Symbolik bestimmt, so daß eine bestimmte Menge an Eigenschaftswerten aus einer endlichen Anzahl von diskreten Werten oder Symbolen besteht. Die Werte 'unbekannt' und 'nicht relevant' werden wegen der logischen Konsistenz aufgenommen. Oft werden Werte, die als außerhalb der Menge liegend definiert sind, für diese Spezialfälle benutzt, z.B. 99, wenn die Eigenschaft 'Alter' unbekannt ist.

Die Menge der Eigenschaftswerte für die Eigenschaft 'Geschlecht' ist: {männlich, weiblich} und die Wertmenge für Eigenschaft 'Alter' ist: {1,...,99}. Jeder Ganzheit ist nur ein Wert aus jeder Menge der Eigenschaftswerte zugeordnet, d.h. die Elemente einer gegebenen Wertmenge schließen sich gegenüber einer gegebenen Ganzheit gegenseitig aus; z.B. kann Josef Müller nicht gleichzeitig 28 und 35 Jahre alt sein. Diese Anforderung wird insbesondere bei Text-Wiedergewinnungssystemen problemvoll.[1]

---

1 Bei diesen bestehen die "Dateien aus verbal dargestellten Informationen, die kein einheitliches Format haben, sondern sich etwa wie Patente, Nachrichten oder Lebensläufe durch im Text auftretende Schlüsselwörter identifizieren." Lutz und Klimesch (1968), S. 458.
Eine Lösungsmöglichkeit ist die Gruppierung der Text-Deskriptoren in eine sich gegenseitig ausschließende Menge von Eigenschaften; vgl. Lefkovitz und Prywes (1963). Zu einer ausführlichen Diskussion dieses Problemkreises

Schließlich muß jede Ganzheit durch die Werte ihrer Eigenschaften eindeutig definiert sein, denn eine Ganzheit ist nur über die Werte ihrer Eigenschaften identifizierbar. Diese Anforderung wird oft durch die Definition einer künstlichen Eigenschaft wie 'Personal-Nr.' erfüllt. Die eindeutige Identifizierung kann auch implizit durch die Eigenschaft ihrer relativen Position in der Sequenz der Ganzheiten (Datensätze) in der Datei gegeben sein.

Abschließend sei zu der üblichen terminologischen Abgrenzung in Bestands(Stamm-)dateien und Bewegungsdateien ein Zitat von Wedekind gestattet:

> "In der Datenverarbeitung müssen grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Datenbeständen unterschieden werden, der Bewegungsdatenbestand und der Bestandsdatenbestand. Der Bewegungsdatenbestand bezieht sich auf die Verarbeitungsformen, während der Bestandsdatenbestand nach ... elementaren Organisationsformen geordnet werden kann ... Die Girokontendatei einer Sparkasse stellt den Bestandsdatenbestand dar. Die Kontenbewegungen pro Tag machen den Bewegungsbestand aus. Im kommerziellen Bereich beschreiben die Bestandsdaten einen Zustand, der mit Z bezeichnet werden soll. Die Bewegungsdaten stellen Zustandsänderungen ΔZ dar."[1]

322.01 Datensätze

Datensätze bzw. Datenfelder sind die kodierten Repräsentationen von Ganzheiten bzw. ihren Eigenschaften. Analog dem Verhältnis zwischen Eigenschaften und Ganzheiten ist ein Datenfeld mit allen Datensätzen gleicher Art assoziiert. Wenn die Felder innerhalb eines Satzes geordnet sind, dann können sie implizit durch ihre relative Position identifiziert werden. Sind Felder in

---

Forts. Fußn. 1:
1 des klassischen 'information retrieval' sei verwiesen auf: Wedekind (1970), S. 205-217.

1 Wedekind (1970), S. 50 f.

Satzteilen nicht geordnet, dann muß ihre Existenz durch Kennzeichen , d.h. einen Code, der die entsprechende Information liefert, expliziert werden.

Datensätze, Datenfelder oder ein Block von Datenfeldern - im folgenden unter 'Datenelementen'[1] zusammengefaßt - können im Speicherraum grundsätzlich sequentiell in einer Reihe oder verkettet in einer Kette organisiert werden.[2] Bei der Reihe sind die benachbarten Elemente physikalisch aneinandergereiht; z.B. wenn ein Element in drei Speicherworten enthalten ist und das erste wurde unter der Position 740 gespeichert, dann würde das nächste Element in 743 oder 737 gespeichert. Datensätze auf Magnetband sind notwendigerweise in Reihenform gespeichert.

In einer 'Kette' sind die Elemente logisch miteinander durch Verbindungsdaten verbunden. Ein Verbindungselement verweist auf das nächste Element in der Kette. Das Verbindungselement kann die Speicheradresse, symbolische oder relative Adresse des nächsten Datenelementes beinhalten und kann somit nur eine Richtung weisen. Wird von einem Datenelement auf das vorhergehende und das nachfolgende durch zwei Verbinder verwiesen, so spricht man von einer doppelt geketteten Organisation.[3] Bei einer

---

1 Zu einer näheren Explikation des Begriffs "logisches Element der Datenbank" vgl. Lutz und Klimesch (1968), S. 457 f.

2 Die Behandlung der verschiedenen Formen der Dateiorganisation und ihrer Zwischenformen wie der indexsequentiellen Organisation muß in dieser Arbeit eine Begrenzung erfahren. Vgl. dazu im einzelnen die Monographie von Wedekind (1970), Abschn. 2 und die dort angegebene Literatur. Wedekind unterteilt in: sequentielle, index-sequentielle, einfach und doppelt gekettete sowie gestreut gespeicherte Organisation. Für das amerikanische Schrifttum sei verwiesen auf das Standardwerk von Meadow (1967), insbes. S. 192 ff.

3 Vgl. Wedekind (1970), S. 79 ff.

zirkularen Anordnung verweist das letzte auf das erste Element zurück.[1]

Beim Vergleich beider Handlungsmöglichkeiten ergeben sich als Vorteile bei Repräsentation durch Ketten:
(1) Eine grundsätzlich wahlfreie Positionierung im Speichermedium.
(2) Einfachere Verrichtungen bei Einsetzen und Löschen von Datenelementen, allgemein beim Änderungsdienst.
Als sehr allgemein gefaßte Nachteile sind zu nennen:
(1) Wegen der Verbindungselemente benötigt diese Repräsentationsform zusätzlichen Speicherplatz und zumeist (teure) Speichergeräte mit direktem Zugriff.
(2) Aufstellung und Pflege der Verbinder-Struktur.

Gruppiert man Reihen und Ketten analog den Ganzheiten und Eigenschaften zu Teilmengen, so erhält man komplexere Datenstrukturen mit verschiedenen Beziehungen und Teilmengen oder Datenklassen untereinander. "Formal kann man Datenstrukturen als Listen (lists) , Bäume (trees) und Graphen (network structures), d.h. vielfach-verbundene Strukturen (multilinked structures) beschreiben, je nachdem, ob es sich um gleichgeordnete, hierarchische oder um verschiedentlich assoziierte Daten handelt."[2]

Zwischen jeweils zwei Klassen, die als Mengen auch nur ein Element enthalten könnten, sind drei Beziehungen möglich:
(1) Über-untergeordnet: Bei dieser Beziehung ist einem Besitzerdatensatz (owner record) ein Mitgliedsdatensatz (member record) untergeordnet. Wie wir bei den Indexstrukturen noch zeigen, ist hier ein absteigender Index (downwards pointer) notwendig.
(2) Unter-übergeordnet: Diese Beziehung ist invers zu (1). Hier ist ein aufsteigender Index (upwards pointer) notwendig.
(3) Nebengeordnet: Diese Beziehung tritt am häufigsten in den Datenstrukturen auf. Sie verbindet die Klassen, die auf der gleichen Stufe stehen und die gleichen

1 Will unterscheidet in diesem Zusammenhang in einbahnige und zweibahnige Listen sowie einbahnige Ringlisten; vgl. Will (1971), S. 819 ff.
2 Ebenda, S. 819. Wir behandeln diese drei Methoden im nächsten Abschn. 322.1 im Zusammenhang mit den Indexstrukturen, da sie insbesondere die Lösung des Indexproblems beeinflussen und dieses erst aufgezeigt werden muß.

logischen Verknüpfungen aufweisen. Hier wird ein seitwärts gerichteter Index (sideways pointer) notwendig.

322.02 Datenfelder

Viele der folgenden Aussagen über Datenfelder sind aus der Konzeption der Eigenschaften zu folgern. Jedoch ist nicht notwendigerweise eine 'eins-zu-eins' Übertragung gegeben. Während die meisten Felder Daten enthalten, die sich direkt auf die Ganzheit beziehen, sind weitere Felder notwendig, um z.B. Verweisindices, Erkennungszeichen, Codeinterpretationen u.a. in den Datensatz aufzunehmen.

Jedes Datenfeld hat vier Merkmale, die bei der Planung unterschieden und in die Dokumentation der Datenstruktur aufgenommen werden müssen:
(1) Name
(2) Feld-Wertemenge
(3) Format
(4) Funktion.

Ad (1): Jedes Datenfeld weist explizit oder implizit einen Namen auf, um auf das Feld verweisen zu können und den Wert des Feldes abzufragen. Wird z.B. ein Datensatz jedesmal in einer festen Menge von Speicherworten abgespeichert, so ist der Name eines Datenfeldes die absolute Speicheradresse, die zur Verweisung auf das Feld benutzt wird. Bei Benutzung einer einfachen zweidimensionalen Matrix M (I,J.) wird der Wert von J der Name des Datenfeldes beim I-ten Datensatz. Das Namensfeld kann eine direkte Bedeutung für den Benutzer aufweisen, nämlich dann, wenn eine Eigenschaft gleichzeitig durch das Feld repräsentiert wird.

Ad (2): Die Feld-Wertemenge ist die reale Abbildung der Eigenschafts-Wertemenge. Dabei muß die Abbildung nicht notwendigerweise eine identische Transformation sein; z.B. kann die Wertemenge für die Eigenschaft 'Alter' aus den ganzen Zahlen von 1 bis zu einer empirischen Obergrenze bestehen. Wird der korrespondierende Datenfeld-

Wert codiert durch Benutzung zweier Dezimalziffern, dann enthält die Feld-Wertemenge die ganzen Zahlen: $\{1,\ldots,99\}$.

Den zusätzlichen Feldern, die nicht direkt Eigenschaften abbilden, ist ebenfalls eine Feld-Wertemenge zugeordnet. So kann ein Verweis-Feld irgendein Element einer Menge gültiger Speicheradressen aufweisen oder wenn die Verweise durch Namen expliziert sind, ist die Feld-Wertemenge die definierte Menge an Namensbezeichnungen. Werden Datenfelder zergliedert oder in Klassen gruppiert, so müssen die Wertemengen für die unterste Ebene spezifiziert werden. Die Wertemengen für höhere Stufen sind dann die entsprechenden mengentheoretischen Summen.

Ad (3): Größe und Struktur des Datenfeldes bestimmen sein Format. Der einfache Fall liegt vor, wenn das Feld immer eine feste Anzahl von Bits oder Zeichen enthält. Ist die Größe variabel, so muß ein feld-begrenzendes Zeichen oder ein zusätzliches Feld benutzt werden, das die Feld-Zeichenzählung abspeichert.

Ad(4): Die Funktion eines Datenfeldes wird impliziert durch den Grund seiner Existenz in der Datei, d.h. den Wert der darin enthaltenen Information. Zumeist wird ein Feld Daten enthalten, die sich über die korrespondierende Eigenschaft direkt auf die Ganzheit beziehen. Weiter kann ein Datenfeld enthalten: einen Verweis zu einem anderen Satz, einer anderen Datei; den Wort- oder Zeichenzähler für ein anderes Feld; Informationen zur Kontrolle des Formates anderer Felder u.a.

322.03 Ergebnis

Bei der Bestimmung der Nachfragealternative wurde vergröbert eine ökonomisch sinnvolle Informationsstruktur bestimmt. Der Disponent wird an diese Fragen über das Verhalten von Variablen innerhalb und außerhalb der Unternehmung stellen; etwas vereinfacht formuliert darf man in der Sprache der Datenorganisation sagen: Der Disponent fragt nach Ganzheiten und den Ausprägungen ihrer Eigenschaften bzw. nach Datensätzen und Feldwerten. Bei Planung der Datenstruktur werden somit

(1) die Ganzheiten sowie ihre Zergliederung und Gruppierung in der Datenbank definiert und
(2) die relevanten Eigenschaften bestimmt.

Dann entscheidet der Disponent, wie die Ganzheiten und Eigenschaften in Dateien, Datensätzen und Datenfeldern repräsentiert werden. Grundsätzlich stehen ihm Reihen- und Kettenrepräsentationen, bei deren Gruppierung in Teilmengen, die Baum-, Listen- und Graphenrepräsentation als Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Schließlich sind bei der Planung der Datenfelder die folgenden Merkmale zu spezifizieren:
(1) Identifikation
(2) Datenfeld-Wertemenge
(3) Format
(4) Funktion.

Auch hier sei zum Schluß auf die Einflüsse verwiesen, die von Entscheidungen aus anderen Entscheidungsfeldern ausgehen, wie insbesondere den im folgenden zu diskutierenden Entscheidungen über Index- und Speicherstrukturen.

322.1 Indexstrukturen

322.10 Ziel der Entscheidung über Indexstrukturen

"Um Datenstrukturen informationstechnologisch organisieren, speichern, auf dem laufenden halten und abrufen zu können, ist es notwendig, mit Hilfe von Indexstrukturen die Brücke zu den Speicherstrukturen zu schlagen, d. h. auf die Speicheradressen der jeweiligen Daten hinweisen zu können (indicare)."[1] Indexstrukturen existieren, um die Informationen aus der Datenbank 'wiedergewinnen'[2] zu können. Bei der Wahl der Indexstrukturen sind verschiedene Handlungsmöglichkeiten gegeben, wozu man hauptsächlich zwei Kriterien heranzieht:

(1) Verkürzung der Verarbeitungszeiten
(2) Verringerung des Speicherplatzes.

"In der kommerziellen Datenorganisation nimmt die Gestaltung des Feldes für den Schlüssel, Ordnungsbegriff oder Sortierbegriff eine dominierende Stellung ein."[3] Die Menge aller als möglich definierten Schlüsselwerte ist die 'Schlüssel-Wertemenge'. Zur Wiedergewinnung von Datensätzen aus einer Datei können mehrere Schlüsselwerte spezifiziert und für mehr als einen Satz vorgegeben werden. Diese Schlüsselwerte können durch logische Ausdrücke in der Abfrage verbunden sein; z. B. könnte man bei der Personaldatei alle die Datensätze - Mitarbeiter - zu identifizieren wünschen, die zwischen 21 und 30 Jahren alt, weiblichen Geschlechts und ledig sind.

---

1 Will (1971), S. 825.

2 Unter die Verrichtungen zur Informationswiedergewinnung zählen wir auch die Verrichtungen zur 'Datensuche'. Bei Wedekind ist "der Begriff 'Suchen' in der Weise definiert, daß ein Satz wiederaufgefunden werden muß, dessen Schlüssel (Suchargument) bekannt ist. Beim retrieval ist ein Satz durch mehrere Schlüssel gekennzeichnet." Wedekind (1970), S. 205.
Wir wollen unter 'Wiedergewinnung' die Aktionen der 'Suche' und des 'Zugriffs' der gewünschten Informationen zusammenfassen. Die Suche bezieht sich auf die Lokalisierung der Daten, der Zugriff auf die physikalische Erlangung der Daten. Dieser Begriffsbildung entsprechend können wir dann die Definition der Zugriffszeit von Dworatschek übernehmen, als "die Zeit, die man zum Aufsuchen und Lesen einer abgespeicherten Information (etwa eines Wortes) benötigt, wenn die Adresse der zuständigen Zelle angegeben ist." Dworatschek (1971), S. 56. Ein Beispiel für eine Suchzeit wäre die Zeit zur Konsultierung eines Indexes im Kernspeicher, um die Daten i.B.a. Platten-, Spur- und Sektornummer zu lokalisieren.

3 Wedekind (1970), S. 102.

Bei dieser weiten Definition des Schlüssels kann man sagen, daß grundsätzlich jedes Feld als Schlüssel benutzt werden könnte. Darin liegt eines der Hauptprobleme der Organisation von Datenbänken: Sie müssen so organisiert sein, daß die Wiedergewinnung von Datensätzen über alle Datenfelder, die als Schlüssel in der Zukunft benützt werden könnten, gewährleistet ist.

Ist jedem Datensatz einer Datei nur ein Element der Schlüssel-Wertemenge zugeordnet, so liegt ein 'eindeutiger Schlüssel' vor. Der Schlüssel, der am häufigsten zur Identifizierung verwendet wird, wird 'Primärschlüssel' genannt.[1] Obwohl ein Primärschlüssel meist auch eindeutig sein wird, muß dies nicht der Fall sein; z. B. bildet im Telefonbuch das Feld 'Name des Anschlußinhabers' den Primärschlüssel. Wenn der Schlüsselwert 'Müller Josef' dem Suchmechanismus vorgegeben wird - in diesem Fall dem Auge und Gehirn eines Fernsprechkunden -, so ist es möglich, daß mehrere Datensätze gewonnen würden. Es könnte notwendig werden, die Wohnanschrift als Schlüssel hinzuzufügen, um den gewünschten Wert des Datenfeldes 'Telefonnummer' zu gewinnen.

Die Schlüsselwertemengen werden meistens entsprechend einem Klassifikationsschema gewählt, das sich auf die Ganzheiten bezieht, so daß gleichartige Ganzheiten gleiche Teile ihrer Schlüsselwerte aufweisen.[2] Man denke in diesem Zusammenhang an die Dezimalklassifikation des Kontenrahmens.

Wird ein künstlicher Primärschlüssel erforderlich, so wird manchmal die physikalische Adresse in dem Speichergerät, in dem die Datensätze gespeichert sind, gewählt. Diese Methode erlaubt eine direkte Adressierung, ist aber inflexibel gegenüber Einfügungen und Löschungen. Erstere er-

---

1 Vgl. Buchholz (1963), S. 87.
2 Vgl. ebenda, S. 86 und die Ausführungen bei Wedekind (1970), S. 103-105.

forderten häufige Dateireorganisationen, letztere implizierten unnötige Inanspruchnahme von Speicherplatz. Diese Handlungsweise wird nur bei stationären Dateien wirtschaftlich sinnvoll sein.

Wird der Schlüssel unabhängig von den tatsächlichen Speicheradressen und -strukturen gewählt, so gilt es, das Suchhandeln nach der Adresse eines Datensatzes unter Berücksichtigung der entsprechenden Dateiorganisation zu planen.[1]

322.11 Baumstrukturen

322.110 Einige Definitionen

Der Baum ist ein Spezialfall des linearen Graphen. Er ist aus zwei Gründen wichtig. Erstens ist die mathematische Behandlung und die praktische Gestaltung einfacher als die allgemeiner Graphenstrukturen. Zum zweiten sind viele Beziehungen zwischen realen Objekten und Sachverhalten als Baum darstellbar, z. B. Stücklisten.
Im folgenden seien die wichtigsten Eigenschaften des Baumes aufgeführt.[2] "Ein Graph besteht aus einer Menge von Knoten (Punkten) und einer Menge von Kanten (Linien), die bestimmte Knoten miteinander verbinden."[3] Haben die Kanten eine bestimmte Richtung, d. h. wenn sie durch Pfeile und nicht Linien darstellbar sind, dann liegt ein gerichteter Graph vor

---

1 Da wir bei den Datenstrukturen nur deren grundlegende Formen aufzeigen konnten und da die verschiedenen zur Disposition stehenden Suchhandlungsweisen eng mit den verschiedenen Formen der Datenorganisation verknüpft sind, sei zu einer ausführlicheren Diskussion des Suchhandelns verwiesen auf: Pressmar (1970), S. 74 - 80; Wedekind (1970), S. 168-198 und die dort angegebene Literatur.
Wedekind unterteilt grundsätzlich in: Suchen in sequentiell organsierten, Suchen in verketteten und Suchen in gestreut gespeicherten Datenbeständen. Bei sequentiell organisierten Datenbeständen wird unterschieden in: Sukzessives, Binäres und m-Wege Suchen.

2 In Anlehnung an: Iverson (1962), S. 45 ff. und S. 121 ff; Sussenguth (1963), S. 272 ff.; Wedekind (1970), S. 39 f.

3 Wedekind (1970), S. 39.

Ein Pfad (Kette) ist eine Sequenz aufeinanderfolgender Kanten. Die Pfadlänge wird durch die Anzahl der darin enthaltenen Kanten gekennzeichnet. Existiert für jedes beliebige Knotenpaar ein Pfad, dann sind alle Knoten untereinander verbunden, und es liegt ein verbundener Graph vor. Ein Kreis ist ein Pfad, der beim gleichen Knoten beginnt und endet.

Daraus folgt: Ein Baum ist ein endlicher verbundener Graph ohne Kreise bei zumindest zwei Knoten. Er hat (N - 1) Kanten, wenn N die Anzahl der Kanten bezeichnet. Die Wurzel eines Baumes ist der Knoten, der keine in denselben eingehende Kanten hat. Ein Blatt ist ein Knoten, der keine herausführenden Kanten hat. Die Menge aller Knoten, die am Ende eines Pfades mit der Länge eins von einem gegebenen Knoten liegen, enthält die Abkömmlinge dieses Knotens. Letzterer wird als Elternknoten der Abkömmlinge-Menge bezeichnet. Mit Ausnahme der Wurzel hat jeder Knoten nur eine eingehende Kante. Damit sind den Blättern leere Abkömmlinge-Mengen zugeordnet.

Die Wurzel liegt auf der ersten Stufe und ein Knoten, der am Ende eines Pfades der Länge (j - 1) von der Wurzel liegt, befindet sich auf der j-ten Stufe des Baumes. Der Grad eines Knotens ist die Anzahl der Knoten in ihrer Abkömmlinge-Menge. Blättern ist ein Grad von Null zugeordnet. Weiterhin ist jedem Knoten ein Wert zugeordnet, der oft auch zur Kennzeichnung des Knotens herangezogen wird. Ein Baum wird als ein geordneter Baum bezeichnet, wenn er die Eigenschaft aufweist, daß jede Abkömmlinge-Menge entsprechend den Knotenwerten geordnet ist. Abb. 32-1 möge die Eigenschaften der Baumstruktur verdeutlichen.[1]

---

1 In Anlehnung an: Sussenguth (1963), S. 274.

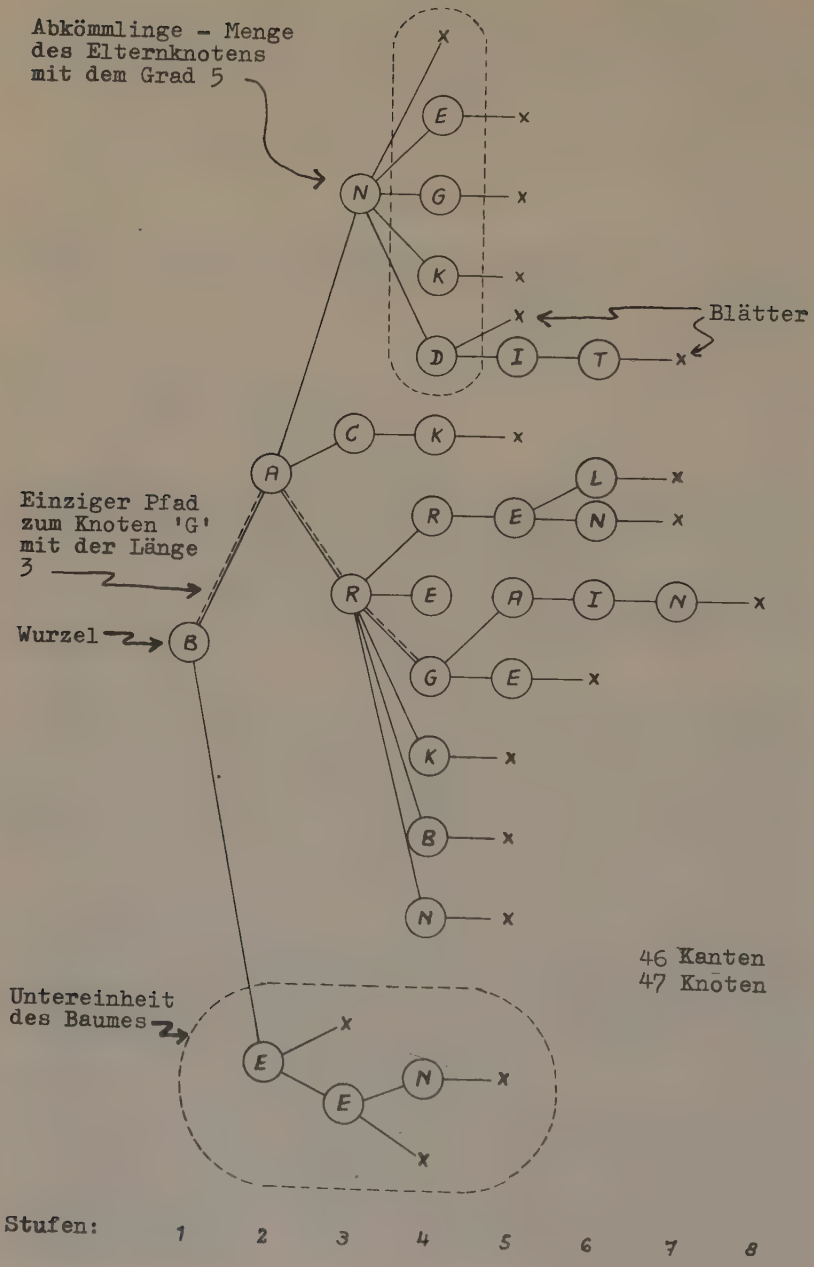

Abkömmlinge - Menge des Elternknotens mit dem Grad 5
Blätter
Einziger Pfad zum Knoten 'G' mit der Länge 3
Wurzel
Untereinheit des Baumes
46 Kanten
47 Knoten
Stufen: 1 2 3 4 5 6 7 8

Abb. 32-1

322.111 Verwendung von Baum- als Indexstrukturen

Ein Index ist die Menge aller Informationen, die zur Wiedergewinnung von Datensätzen aus einer Datei verwendet werden. Diese Menge ist vorstellbar als die kodierte Repräsentation aller Schlüssel und der diesen zugeordneten Schlüssel-Wertemengen, sowie deren Klassenbeziehungen.

Sind Teile der Datenbank auf Speichergeräten mit wahlfreiem Zugriff abgespeichert, kann man sich für ein Suchhandeln entscheiden, das direkt die Datensätze nach den gewünschten Schlüsselwerten absucht, oder für die Aufstellung eines von der Datei physikalisch unabhängigen Indexes. Der separate Index ist eine abgekürzte Datei mit dem Ziel einer wirtschaftlicheren Wiedergewinnung der Datensätze aus der Hauptdatei.

Jeder Datensatz der separaten Datei enthält mindestens zwei Datenfelder: Den Schlüsselwert und die Adresse des entsprechenden Datensatzes der Hauptdatei. Der Disponent wird die folgenden Vor- und Nachteil eines separaten Indexes kalkulieren, und zwar als Vorteile:

(1) Bei dynamischen Dateien kann der Index in jeder gewünschten Weise manipuliert und strukturiert werden, ohne aufwendigere Änderungen in der Hauptdatei vornehmen zu müssen.
(2) Einfügungen und Löschungen lösen nur eine Reorganisation der separaten Indexdatei aus, jedoch keine oder nur geringe Änderungen der Hauptdatei, ausgenommen natürlich die Einfügung und Löschung selbst.
(3) Das Suchhandeln wird gegenüber der direkten Suche abgekürzt, je umfangreicher die Datensätze der Hauptdatei in Relation zu denen der Indexdatei sind.

(4) Es können sekundäre Schlüssel in die Indexdatei eingebaut werden, ohne die Hauptdatei schwieriger zu gestalten. Jeder sekundäre Index kann direkt auf die Speicheradresse des gewünschten Datensatzes der Hauptdatei verweisen oder auf den Primärindex, der dann seinerseits auf die Hauptdatei hinweist.

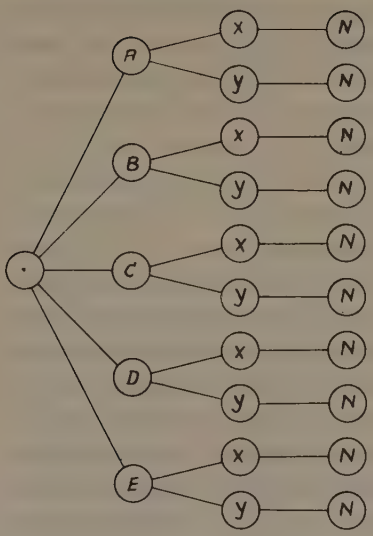
Als Nachteile sind zu kalkulieren hauptsächlich die Errichtung und Pflege und der zusätzliche Speicherplatz für separate Indexdateien.

Die Baumstruktur bietet sich für eine separate Indexdatei an. Der Schlüssel wird in eine Folge von Teilfeldern zergliedert, wobei jedes Teilfeld eine Zeichenposition des Schlüssels enthalten kann. Baumstufen entsprechen dann Teilfeldern. Folgerichtig enthält jedes Blatt die Adresse des Datensatzes, der durch den Schlüsselwert identifiziert wird, welcher sich aus den Kantenwerten entlang des Pfades von der Wurzel zum Blatt ergibt. Zwischen den Blättern des Baumes und den Datensätzen der Hauptdatei liegt somit ein 'eins-zu-eins' Verhältnis vor. Diese Konzeption verdeutlicht auch Abb. 32-1, welche (englische) Worte als Schlüsselworte enthält, wobei jeweils ein Buchstabe einer Stufe entspricht, z. B. BANK, BANDIT.

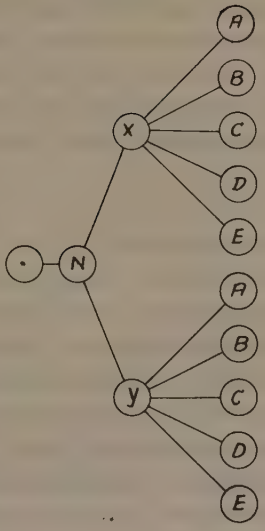
Zur Minimierung des Speicherplatzes wird man bei der Baumstruktur die Stufenordnung, d. h. die Ordnung, in welcher die Teilfelder des Schlüssels den Stufen des Baumes zugeordnet werden, in das Kalkül einbeziehen. Dabei ist es vorteilhaft, die Knoten mit dem niedrigsten Grad am nächsten der Wurzel anzuordnen. Das sei an folgendem Beispiel und anhand Abb. 32-2 illustriert.

Ein Schlüssel bestehe aus drei Zeichenpositionen mit jeweils der Basis fünf: (A, B, C, D, E), der Basis Zwei: (X, Y) und der Basis eins: (N). Die Basis eines Teilfeldes bestimmt den Grad des Knotens der nächsten niedrigeren Stufe.

1. Baum



2. Baum



1	2	3	4	Stufe	1	2	3	4
-	5	2	1	Basis	-	1	2	5
5	2	1	0	Grad	1	2	5	0
		26		Anzahl der Knoten			14	

Abb. 32-2

Abb. 32-2 zeigt Möglichkeiten der Anordnung der Baumstufen. Der erste Baum, dessen Stufen der natürlichen Anordnung der Schlüsselzeichen entsprechen, erfordert 26 Knoten. Der zweite Baum, dessen Stufen mit anwachsender Basisgröße angeordnet sind, erfordert nur 14 Knoten und damit eine entsprechend geringere Anzahl von Speicherplätzen.

322.12 Liststrukturen

Die Entwicklung der Konzeption der Liststrukturen geht auf die Gruppe um Newell, Simon und Shaw zurück.[1] Diese suchte nach einem Forschungsinstrument, mit dem sie den Computer in die Lage versetzen konnte, in gleicher Weise wie Menschen Probleme zu lösen. Die interessierenden Probleme wie Schachspiel, betriebliche Entscheidungen und Theoremprüfungen waren nur schwierig in formalen algebraischen Ausdrücken beschreibbar. Es wurde notwendig, eine Programmiersprache zu entwickeln, die die Aufstellung von Problemlösungs-Programmen ermöglicht, und das adaptive und heuristische menschliche Problemlösungsverhalten nachbildet.[2]

Newell diskutiert die Kennzeichen von Problemen, für die die Liststruktur- und Verarbeitungstechniken seiner Information-Processing-Language geeignet sind.[3] Solche Kennzeichen sind: Symbolische Daten, eine nicht vorhersagbare, komplexe und veränderliche Datenstruktur.

Um Liststrukturen wirtschaftlich verarbeiten zu können, sind besondere Programmiersprachen zur Listenverarbeitung entwickelt worden, wie IPL-V, LISP, SLIP, COMIT.[4] Sie versuchen,

---

1 Vgl. Shaw et al. (1958).
2 Vgl. Newell und Tonge (1960), S. 205.
3 Vgl. ebenda.
4 Einen Vergleich dieser Sprachen bieten Bobrow und Raphael (1964); vgl. auch die mehr programmierungstechnologisch ausgerichteten Ausführungen bei Katzan (1970), S. 86-105 und die dort angegebene Literatur.

komplexe, sich stark ändernde und symbolische Datenstrukturen wirtschaftlich zu organisieren und zu speichern, wobei das Hauptgewicht auf dem Bindeglied der Indexstruktur liegt.

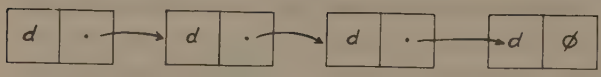
Eine einfache Liste ist eine Kette. Die oben analysierten Kennzeichen der Kette begründen den Kern der Konzeption der Liststrukturen. Jedes Element einer Liste wird als Listenelement bezeichnet. Manchmal besteht ein Listenelement aus einem Wort des Kernspeichers. Der Grund dafür liegt darin, daß die Liststrukturen ursprünglich als eine Organisationsmethode des Gesamtspeichers entwickelt worden sind: "The most fundamental and characteristic feature of the IPL's is that they organize memory into list structures whose arrangement is independent of the actual physical geometry of the memory cells and which undergo continual change as computation proceeds."[1]

Grundsätzlich besteht ein Listenelement aus einem 'Datum' und einem 'Verbinder'. Wie bei der Verkettung verweist der Verbinder auf das nächste Listenelement. Das Datum repräsentiert entweder Eigenschaftswerte der in Listenstrukturen organisierten Ganzheiten oder die Adresse des ersten Listenelements einer Teilliste. Dann kann eine Listenstruktur definiert werden als eine Menge von Listen, in welcher Gruppierungen, also Liste-Unterliste Beziehungen, existieren. Liststrukturen sind für das betriebliche Informationshandeln im Speicherbereich eine bedeutende Organisationsform, denn insbesondere "enthält das traditionelle Rechnungswesen viele Liststrukturen, z. B. als Journale oder als Soll- und Habenbuchungen auf den einzelnen Konten."[2]

1 Shaw et al. (1958), S. 120.
2 Will (1971), S. 822.

Abb. 32-3 zeigt eine einfache Liste und eine Liststruktur.

Einfache Liste:



Liststruktur:

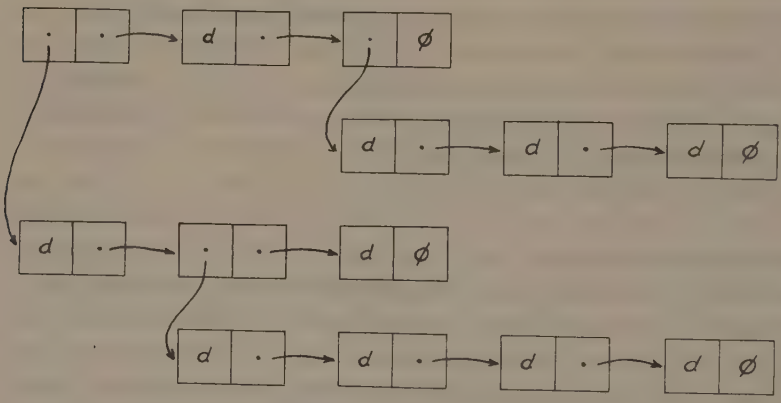


Abb. 32-3

Das Symbol 'd' repräsentiert darin ein Datum, das keinen Verbinder zu einem anderen Listenelement enthält, sondern Eigenschaftsausprägungen der in der Datei repräsentierten Ganzheiten. Das Symbol 'Ø' identifiziert das letzte Listenelement einer Teilliste.

322.13 Graphenstrukturen
322.130 Einordnung

Die Graphenstruktur ist die allgemeine und verbindende Konzeption, in die sich alle vorher besprochenen Daten- und Indexstrukturen als Spezialfälle einordnen lassen. Eine Graphenstruktur besteht aus einer Menge von Elementen und Beziehungen zwischen den Elementen. Diese Elemente können Zeichen, Datenfelder, Datensätze, Datensatz-Blöcke, Dateien oder Datei-Gruppen sein. Die Beziehungen zwischen den Elementen können grundsätzlich jede Form annehmen.

Eine Graphenstruktur wird geplant durch Gruppierung und Zergliederung der Elemente. Wovon diese Planung auszugehen hat - nämlich den Ganzheiten und Eigenschaften, d. h. den relevanten Entscheidungsvariablen, die das Verhalten der Unternehmung und der Umwelt beschreiben - haben wir diskutiert. Die Repräsentation und Indexstruktur der Graphenstruktur wird geplant unter Zuhilfenahme von Reihen, Ketten, Baum- und Liststrukturen und aller ihrer möglichen Variationen. Diese verschiedenen Handlungsmöglichkeiten haben wir kurz aufgeführt. Sie werden bei der Graphenstruktur zu einer gemischten Strategie gebündelt, um die Kriterien der Verringerung der Verarbeitungszeit und der Speicherplätze sinnvoll aufeinander abzustimmen, und zwar unter Berücksichtigung der hier höheren Kosten der Systemanalyse und Programmierung.

Aus zwei Gründen wollen wir die Graphenstruktur nicht weiter diskutieren. Erstens würde vieles der schon diskutierten Konzeptionen wiederholt, die zwar logisch die speziellen, wirtschaftlich aber die bedeutenderen Fälle sind. Zweitens läge eine eingehende Behandlung auf hohem Abstraktionsniveau, da sie notwendig mathematisch ausgerichtet sein würde.

Deswegen beschränken wir uns auf die Behandlung der Graphenstruktur anhand einer konkreten Software, des 'Integrated Data Store' (IDS). Sicher ist IDS mehr als die Konkretisierung der Graphenkonzeption: Es ist ein Datenbanksystem, das Daten-, Index- und Speicherstrukturen sowie Datenverwaltungsprogramme liefert. IDS ist auch wirtschaftlich bedeutend; denn viele Anwender, lange Erfahrung mit der Software und deren Einbettung in COBOL bedeuten für den Disponenten, der komplexe Strukturen für Speichergeräte mit wahlfreiem Zugriff plant, daß er IDS in sein Kalkül einbeziehen wird.

322.131 Integrated Data Store[1]

"Early in the development of real-time total information systems, the General Electric Company recognized the need for a file organization technique for storing, maintaining and retrieving information in a random access enviroment."[2] Grundsätzlich werden die Datenbeziehungen durch Verkettung erfaßt. Die Grundeinheit ist der Datensatz, der Ganzheiten und Verbinder repräsentiert. Letztere, 'chain fields' genannt, "point from one record to the next creating a serial association of records."[3]

Der Software-Benutzer definiert die Datensätze durch ihre Datenfelder und Verbinder. Alle physikalischen Verrichtungen zur Ein- und Ausgabe, zur Verbindung oder zum Schutz der Daten steuert die Software. Um den Datentransfer zwischen Internspeicher der Zentraleinheit und den externen Speichern mit wahlfreiem Zugriff zu erleichtern, werden Datensätze zu Datenblocks zusammengefaßt. Kein Datensatz darf größer sein als die feste Blocklänge.

---

1 In diesem Abschnitt stützen wir uns auf folgende Literatur über IDS: General Electric (CPB-1048); General Electric (CPB-1547); Bachman und Williams (1964); Bachman (1965a); Bachman (1965b); Bachman (1969) und auf den Vortrag eines Mitbegründers von IDS im Seminar von Dr. Hagin an der Wharton School der University of Pennsylvania im Oktober 1970.

2 Bachman (1965a), S. 11.

3 Bachman (1964), S. 413.

Jeder Block beginnt mit einem Kennsatz, der folgende Informationen enthält:

(1) Nicht benutzter Platz innerhalb des Blocks.
(2) Ein Veränderungs-Anzeiger, der anzeigt, ob der Inhalt des Datenblocks während des Aufenthaltes im Internspeicher verändert wurde.
(3) Ein Verbinderfeld, welches die relative Adresse des ersten Datensatzes der Kette der Sätze anzeigt.

Anfänglich residieren die Datenblöcke im Externspeicher. Sie werden abgerufen und im Internspeicher abgespeichert, sobald sie zur Ausführung des Programms benötigt werden. Die abgerufenen Blöcke residieren im Internspeicher so lange wie möglich, um die Anzahl der Zugriffe zum Externspeicher zu minimieren. Wird Platz für einen neuen Datenblock im vollen Internspeicher benötigt, bestimmt IDS zuerst den Block mit der geringsten Zugriffshäufigkeit.[1] Dann wird er, sollte sein Veränderungsanzeiger eine Modifikation anzeigen, auf den Externspeicher rückübertragen; im anderen Fall ist der Blockinhalt nicht verändert und er wird überschrieben. Abb. 32-4 illustriert den Abruf von Datenblöcken.[2]

---

1 Dafür sorgt der I/O Controller: "the I/O Controller keeps track of the sequence of block utilization and holds the most recently active data blocks in the buffer. Blocks which are infrequently accessed are quickly retired from core as others are called in." Bachman (1965a), S. 16.
2 Sie entspricht Fig. 3 bei Bachman (1965a), S. 15.

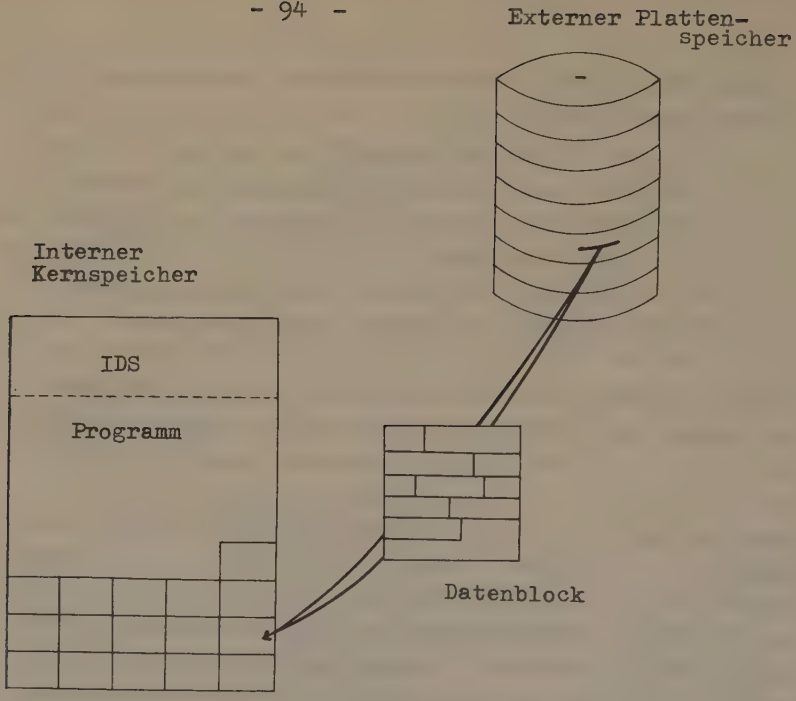


Abb. 32-4

Damit verschiedene Satztypen in einem Block gespeichert werden können, enthält jeder Satz drei gleiche Datenfelder zu Beginn: Den Verweiscode, den Satztyp (oder den Dateinamen) und die Satzlänge. Für jede Kette, an die der Datensatz verkettet ist, ist ein Verbinder zu definieren.[1]

Die Primärschlüssel einer Datei (Datensätzen des gleichen Typs) wird vom Benutzer definiert. Wird ein Datensatz zum erstenmal abgespeichert, führt das IDS eine Transformation[2]

---

1 Eine Vorstellung über konkrete Kettengrößen möge folgendes Zitat vermitteln: "Experience in I-D-S systems indicate that the average record requires only two chains. An occasional pivotal record in the information intergration may be in six or eight chains. The upper limit on data or chain fields is determined by the maximum block size." Bachman (1965a), S. 18.

2 Zu den verschiedenen allgemeinen Verfahren der Schlüsseltransformation vgl. im einzelnen: Wedekind (1970), S. 89 ff. und die dort angegebene Literatur.

seines Primärschlüssels aus, um die Nummer des Blocks, in dem der Satz gespeichert werden soll, zu bestimmen. Innerhalb des so bestimmten Blocks wird dem Satz eine eindeutige Nummer zugeordnet, welche die relative Position des Satzes innerhalb der Kette angibt. Diese beiden Nummern formen den Verweiscode des abgespeicherten Datensatzes.

Man kann sich die durch IDS organisierten Datensätze als zu einer großen integrierten Datei gehörig und in Form einer Graphenstruktur vorstellen, wobei die Sätze in Blöcken auf externen Speichern mit wahlfreiem Zugriff abgespeichert sind. Die Graphenkonzeption impliziert für den einzelnen Datensatz:

(1) Er hat eine beliebige Anzahl von Datenfeldern.
(2) Er kann an eine beliebige Anzahl von Ketten verbunden werden.
(3) Er wird nur einmal abgespeichert.

Jede Kette hat einen Leitdatensatz (master record). Er dient als Kennsatz für die Kette, kann aber auch an einer anderen Kette als Leitsatz oder Detaildatensatz partizipieren. Abb. 32-5 illustriert dieses Konzept.

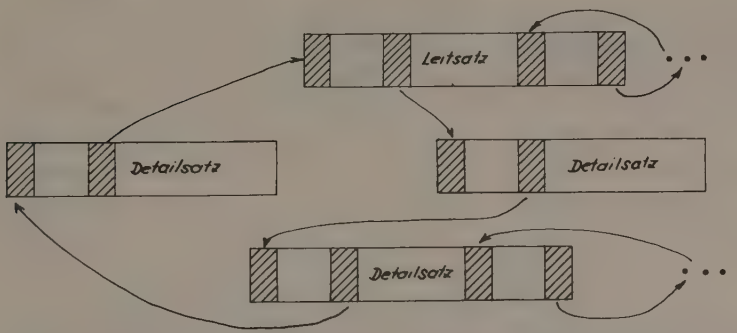


Abb. 32-5

Alle Ketten sind zyklisch, so daß der letzte Detailsatz zum Leitsatz zurückverweist. Wie die Datensätze verkettet werden sollen, darüber entscheidet der Anwender von IDS.

Zur Verarbeitung der Datenbank, die in diesem Abschnitt (noch nicht) interessiert, sei ein Zitat von Bachman gestattet:

> "The user has four commands of procedural verbs at his disposal. These verbs provide for the execution of the four basic record processing functions and are complementary to existing COBOL and FORTRAN verbs. The verbs are: 'STORE', to store a new record in the file and link it into chains as specified in the data description; 'RETRIEVE', to retrieve a record already in the system; 'MODIFY', to change, where necessary, the content of one or several data fields with automatic relinking of chains; and 'DELETE', to delink a record from its chains and remove it and its detail records from the file."[1]

Zum Schluß sei der Hauptvorteil des auf der Graphenkonzeption beruhenden IDS herausgestellt: Jeder Datensatz einer Datenbank wird nur einmal gespeichert unabhängig davon, an wievielen Ketten er partizipiert. Inwieweit dadurch weniger Speicherkapazität als bei anderen Handlungsmöglichkeiten benötigt wird, hängt ab vom Einzelfall, d. h. von den Kettenlängen und der Größe der Verweisfelder. Die Verarbeitungszeiten zur Datenpflege werden verkürzt, wenn jeweils nur ein Datensatz abgerufen und modifiziert werden muß. Schließlich werden bei Abfragen immer konsistente Daten prodziert.

---

1 Bachman (1965a), S. 14 ff.

322.2 Speicherstrukturen

322.20 Ziel der Entscheidung über Speicherstrukturen

Bei den Speicherstrukturen ist einmal über die Form der internen Repräsentation im Speicherraum, zum anderen über Art und Umfang der Speichergeräte zu entscheiden. Da der erste Teil der Entscheidung eng mit der über die Datenstruktur verknüpft ist, wird er nur geringe zusätzliche Probleme aufwerfen. Bei der Auswahl der wirtschaftlichsten Speichermedien und -geräte kommt es darauf an, Speicherkapazität, Zugriffszeit und Kosten aufeinander abzustimmen. Dabei können wir entsprechend unserer ökonomischen Betrachtungsweise nicht auf detaillierte, technische Spezifikationen der dem Disponenten zur Verfügung stehenden Handlungsmöglichkeiten eingehen.[1]

322.21 Interne Repräsentation

Hier geht es darum, die logischen Datensätze, wie sie von der Datenstruktur definiert sind, im Speicherraum zu plazieren. Weiterhin müssen die logischen Beziehungen zwischen ihnen auch physikalisch expliziert werden.

Es stehen grundsätzlich zwei Methoden zur Disposition: Die gereihte und die gestreute Repräsentation. Bei ersterer folgt ein logischer Datensatz dem anderen. Der entsprechende Reihenfolge-Zugriff fragt den als nächsten anstehenden Satz ab. Diese Repräsentationsform wird allgemein bei Magnetband-Medien angewendet und ist oft aus Einfachheitsgründen auf Speicher mit wahlfreiem Zugriff übertragen worden.

---

1 Vgl. dazu im einzelnen das Kapitel 10: "The Cost and Effectiveness of Memory" bei Sharpe (1969), S. 363 ff.

Die gestreute Repräsentation plaziert die Datensätze an bekannten Positionen im Speicherraum, zu denen direkte Zugriffswege existieren. Um dann den Datensatz N wiederzugewinnen, müssen nicht erst die Sätze: {1, 2, ..., N-1} abgefragt werden. Für beide Repräsentationsmethoden sind auch Kombinationen möglich. Schließlich sei der Leser an die enge Verknüpfung zur Entscheidung über die Datenstruktur erinnert, bei der die beiden analogen Konzeptionen der Reihe und Kette zur Disposition standen.

322.22 Speichermedien und Speichergeräte

322.220 Maschinenlesbare Medien mit Reihenfolge-Zugriff

Als Medien sind hier hauptsächlich Magnetband, Lochkarten und Lochstreifen zu nennen. Sie sind externe Medien, die erst nach Einlegen in Ein- und Ausgabegeräte, z. B. Magnetbandgeräte, der Verarbeitung unterliegen können.
Der Disponent wird sich mindestens über folgende Kennziffern informieren. Bei Lochstreifen: Lese/Lochgeschwindigkeit in Zeichen pro Sekunde, Verläßlichkeit. Bei Lochkarten: Lese/Lochgeschwindigkeit in Karten pro Sekunde, daraus berechnet die maximale Geschwindigkeit in Zeichen pro Sekunde, Verläßlichkeit. Bei Magnetband: Transfer-Geschwindigkeit, die abhängig ist von der Aufzeichnungsdichte in bits pro cm und der Bandbewegung entlang den Lese/Schreibköpfen in bits pro Sekunde, außerdem Größe und Anzahl der erforderlichen physikalischen Lücken zwischen den Datensätzen, um das Band zu starten und zustoppen, die bei relativ kurzen physikalischen Datensätzen einen geringen Ausnutzungsfaktor bewirken.

Bei diesen Medien ist nur der Reihenfolge-Zugriff möglich. Nur der physikalisch folgende Datensatz kann gelesen werden, z. B. die nächste Karte des Eingabemagazins. Da diese Speichermedien unabhängig von den Ein-/Ausgabegeräten sind, kann eine unbegrenzte Datenmenge mit ihnen gespeichert werden. Zur Zugriffszeit gilt folgendes. Wird jeder Datensatz

einer Datei abgefragt und verarbeitet, dann ist das relevante Maß für die Geschwindigkeit die Transferrate vom z. B. Magnetband zum internen Speicher der Zentraleinheit. Diese variieren stark je nach Medium und Gerät. Werden einzelne Datensätze wahlweise abgefragt, so müssen erst alle N-1 Sätze gelesen werden, um den Satz N zu erhalten. Im Durchschnitt muß die halbe Datei eingelesen werden. Weiterhin wird man oft die Zeit berücksichtigen, um die Bandspule im Bandspulen-Archiv zu finden und die Spule in das Bandein-/ausgabegeraät einzulegen.

Schließlich wird der Disponent die Kosten dieser Speicherung kalkulieren, wobei die Kosten des Mediums äußerst gering sind - ungefähr in der Größenordnung 10^{-7} bis 10^{-5} $/bit.[1]

322.221 Maschinenlesbare Medien mit wahlfreiem Zugriff

Grundsätzlich weisen die Internspeicher der Zentraleinheiten die technisch gleichen Merkmale auf wie Magnetplatten und Magnettrommeln, denn auch bzw. gerade bei ihnen kann die Zentraleinheit Daten in jeder Position direkt abspeichern oder abrufen mit Hilfe von Speicheradressen, die die physikalische Position im Speicherraum spezifizieren. Wirtschaftlich bedeutend sind Magnetplatten und Magnettrommeln.[2] Bei den entsprechenden Geräten rotiert eine magnetische Oberfläche unter den Schreib/Leseköpfen. Auf dieser Oberfläche wird die Information abgespeichert.

---

1 Vgl. Emery (1969), S. 47.

2 Es sind hier noch zu nennen: Magnetkarten-Speicher, vgl. zu Angaben über ihre Kapazität und Zugriffszeiten Dworatschek (1971), S. 261, und Magnetstreifenspeicher, z. B. die IBM 2321 Data Cell Drive.

Magnettrommelspeicher werden wegen ihrer sehr kurzen Zugriffszeiten verwandt. Ihre Speicherkapazität kann bei über 25 Mio alpha-numerischer Zeichen liegen, ungefähr wie bei einem Magnetband mit hoher Aufzeichnungsdichte. Bei der Berechnung der Zugriffszeit muß der Disponent drei Komponenten berücksichtigen: Erstens die Plazierung der Schreib/Leseköpfe über den entsprechenden Magnetspuren, wenn nicht jeder Spur ein Magnetkopf zugeteilt ist.[1]; zweitens die Wartezeit definiert als das Intervall beginnend an dem Zeitpunkt, an dem der Kopf plaziert ist - möglicherweise Null, wenn der Kopf schon über der ausgewählten Spur ist - und dem Zeitpunkt, an dem der ausgewählte Spursektor durch die Drehung der Trommel verfügbar ist; drittens die elektronische Schaltzeit, die erforderlich ist, um zu ausgewählter Spur und Spursektor zu schalten. Diese ist so gering, daß für das Kalkül als Zugriffszeit die Summe der beiden ersten Zeiten genommen werden kann. Die Kosten von Magnettrommelgeräten hängen zu stark von einer Vielzahl technischer Variablen ab, so daß wir auf eine solche Spezifizierung verzichten. Grob kann man mit Kosten von 10^{-4} bis 10^{-2} $/bit rechnen.[2]

Magnetplatten werden weitaus häufiger als Speicher für den wahlfreien Zugriff benutzt. Werden mehrere Platten in einem Stapel übereinandergeordnet, so ergeben sich relativ große Speicherkapazitäten. "Die Zugriffszeit ist mit ca. 100 ms beachtlich klein, wenn man bedenkt, daß ein Plattenstapel eine Kapazität von 3 bis 8 Mio Zeichen besitzt. (Großraum-Plattenspeicher erzielen mit ca. 30 fest montierten Platten sogar eine Speicherkapazität von 400 Mio Zeichen)".[3]

---

1 Nur diese Zuteilung nimmt Dworatschek an: Dworatschek (1971), S. 253.
2 Vgl. Emery (1969), S. 47.
3 Dworatschek (1971), S. 261.

Zur Berechnung der Zugriffszeit wird der Disponent Informationen über minimale, durchschnittliche und maximale Zeiten für die Plazierung der Magnetköpfe, Wartezeiten und Transferzeiten einholen. Die Kosten der Magnetplattenspeicher liegen zwischen denen für Magnettrommel- und Magnetbandspeicher. Dazu sind bei Magnettrommel- und Magnetplattengeräten immer noch die Kosten für die Steuerungseinheiten zu berücksichtigen.

322.222 Speicher-Hierarchie

"Because of the vast differences in volume, speed, and cost, the data base is typically stored in a hierarchy of physical storage devices."[1] Denn jede Speicherart, die wir oben diskutierten, hat Vor- und Nachteile relativ zu den Spezifikationen für Teile der Datenbank. Die Entscheidung über die wirtschaftlichste Speicherstruktur der Datenbank wird sich an den Kriterien der Speicherkapazität, der Zugriffszeit und der Kosten orientieren. Da jede Datei der Datenbank meist verschiedene Anforderungen stellt und die Speicher diese unterschiedlich erfüllen, wird die gemischte Strategie einer Speicherhierarchie am vorteilhaftesten sein. Dabei werden Anzahl und Breite der Stufen der Hierarchie abhängig sein von Inhalt und Organisation der Datenbank.

---

1 Emery (1969), S. 47.

Abb. 32-6 zeigt Hauptstufen und Kennzeichen der Speicherhierarchie. An einem Ende der Hierarchie steht der Kernspeicher, unterschieden in Hauptkernspeicher und langsameren Großraumkernspeicher (bulk core storage). Zum anderen Ende gibt es Magnettrommel, Magnetplatten, Magnetstreifen, Magnetband und man könnte weiter verlängern zu Speichermedien mit noch längeren Zugriffszeiten Mikrofilm, Lochkartenablagen oder einfachen Papierarchiven.

Realisiert man die Speicherhierarchie auch physikalisch, so sind die Speicher nicht alle direkt mit dem Hauptkernspeicher verbunden. In einer hierarchischen Organisation ist der Speicher mit schnellstem Zugang direkt mit dem Hauptspeicher verbunden. "The next fastest one is connected to this one

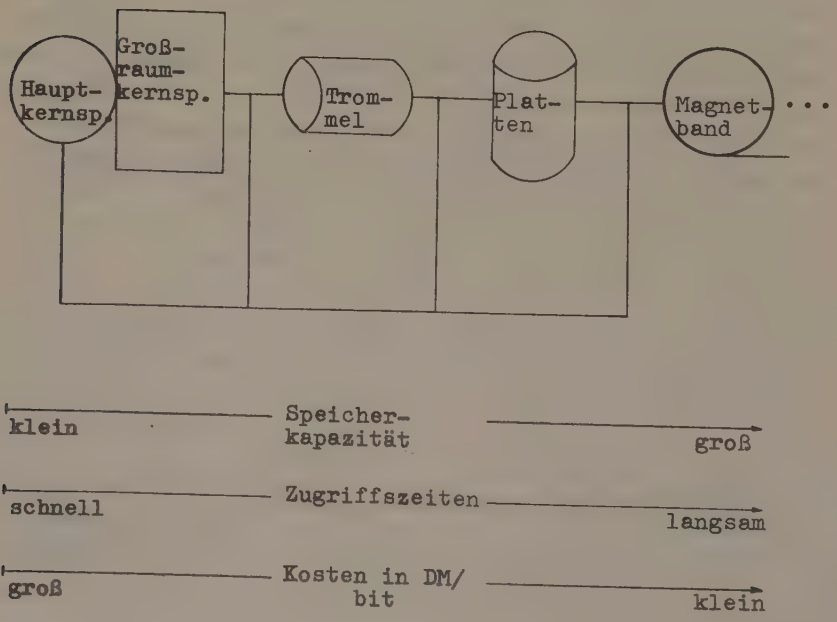


Abb. 32-6

and so on out to the slowest access unit."[1] Datenkanäle verbinden die verschiedenen Speicherebenen.

Bei dieser seltenen und komplizierten Konfiguration müssen die Datenblöcke so in der Speicherhierarchie bewegt werden, daß sie jeweils in der höchsten Stufe zur Verfügung stehen, wenn sie zur Ausführung von Verarbeitungsverrichtungen benötigt werden. Dieses Problem der dynamischen Speicherzuordnung erfordert eine ausgefeilte Planung, um Verzögerungen zu vermeiden. Ein Multiprogramming-System würde, wenn die erforderlichen Daten noch nicht verfügbar sind, den Transfer zum Hauptspeicher veranlassen und zeitweise andere Verrichtungen ausführen.

323 Verwaltung der Datenbank

323.0 Ziel der Datenverwaltung

Das Ziel der Datenverwaltung ist, einen ökonomischen Zugang zu den in der Datenbank enthaltenen Informationen zu liefern. Die Datenverwaltung dient als Mittler "between the storage hierarchy and the various information processes that use or modify the contents of the data base. This includes human decision making and such application programs as payroll calculations and inventory control."[2]

Die zur Datenverwaltung erforderlichen Informationshandlungen nennt Will 'Datenbankprozesse'.[3] Diese "kann man programmieren und dann als automatisierte Datenverwaltung (Data Management) auf Computer-Basis bezeichnen."[4] Auf diese legen wir das Schwergewicht.

---

1 Opler (1965), S. 274; vgl. zu dem Problem der Speicherhierarchie auch Scarrott (1965).
2 Emery (1969), S. 49.
3 Will (1971), S. 827 ff.
4 Ebenda, S. 828.

Ein Datenverwaltungssystem (DVS) ist ein Programm oder eine logisch verbundene Menge von Programmen, die die Verrichtungen zur Organisation, Indizierung, Speicherung und Wiedergewinnung von Informationen für Berichte und Anfragen ausführen. Die DVS gleichen den Programmiersprachen, weil sie dem Anwender eine bequeme Methode liefern, mit Informationsmaschinen in Kommunikation zu treten, ohne mit Hardware-Eigenschaften vertraut zu sein. Darin liegt das Hauptziel der DVS. Denn wird die Informationswiedergewinnung als Entscheidungsinstrument des Management verstanden, so muß das DVS so geplant sein, daß jeder Disponent möglichst in der Sprache, in der er Entscheidungen formuliert und ihre Vorteilhaftigkeit kalkuliert, in Kommunikation mit der Datenbank des Unternehmens treten kann.

Der Disponent kann unter verschiedenen DVS als Handlungsmöglichkeiten wählen. Dazu seien im Folgenden die sechs wichtigsten Einflußfaktoren untersucht.

323.1 Einflußfaktoren bei der Datenverwaltung

323.10 Datenbankorganisation

Wir wollen hier die Einflüsse behandeln, die von den Speicherstrukturen, dann diejenigen, die von den Daten- und Indexstrukturen ausgehen.

Um die allgemeine Wirtschaftlichkeit des Zugriffs zu einem Datenelement zu messen, wird der Disponent zuerst die Einflüsse kalkulieren, die von den zur Disposition anstehenden Speichergeräten ausgehen. Wir beschränken uns auf die Einflüsse auf die Zugriffszeit und Kosten bei Magnetbandgeräten und Speichergeräten mit direktem Zugriff. Letztere haben natürlich kürzere Zugriffszeiten, die nur ungefähr

die Hälfte der für eine Drehung der Platte, Trommel u.a. erforderlichen Zeit ausmachen, wenn man andere Faktoren, wie z. B. Bewegung des Plattenarmes, außer acht läßt. Da Magnetbänder nur sequentiellen Zugang erlauben, beträgt die Durchschnittszeit, um einen Datensatz zu lokalisieren, ungefähr die Hälfte der für ein Dateiband erforderlichen Bearbeitungszeit. Diese Grobschätzungen gelten schon nicht mehr für sehr große und sehr kleine Dateien.

Die technischen Zugriffswerte müssen in die ökonomische Dimension umgerechnet werden durch die Frage: Wie beeinflussen schnelle Zugriffszeiten den Wert von Informationsstrukturen?[1] Man vergleiche z. B. die ökonomischen Auswirkungen der Zugriffszeit zu einer Lagerdatei, die Ersatzteilbestände für teure Baumaschinen aufzeichnet, die in Stundenschnelle innerhalb von Europa geliefert werden müssen[2], mit z. B. der Datei des Anlagevermögens. Die möglichen positiven Konsequenzen sind den Kosten gegenüberzustellen. Diese sind bei den Geräten mit direktem Zugriff weitaus höher und schließen die Ausgaben für Anschaffung bzw. Miete, komplexe Programmierung der Anwendungsprogramme und Betriebssysteme u.a. ein.

Schließlich ist die benutzte Zentraleinheit ein bedeutender Einflußfaktor bei der Planung der Datenverwaltung. Gegenüber dem theoretischen Postulat der Simultanplanung sieht es in der konkreten Entscheidungssituation, weil die Datenverwaltung selten die Hauptfunktion des Computers ist, meistens so aus, daß die vorhandene Maschine zu den Bedingungen bzw. dem technischen Datenkranz der Planung der Datenverwaltung gerechnet wird.

Den Daten- und Indexstrukturen soll das zum Kalkül anstehende DVS so wenig Beschränkungen wie möglich auferlegen. Alle

---

1 Diese Frage versuchten wir in Abschn. 302.3 zu beantworten.
2 Wie dem Verfasser bekannt ist, wird in diesem Fall mit direktem Zugriff gearbeitet.

Handlungsmöglichkeiten, die wir oben analysiert haben, wird kein DVS zur Disposition stellen. Jedoch sollte darauf geachtet werden, daß z. B. beträchtlicher Spielraum bei Anzahl der Teillisten bzw. Verkettungen der Datensätze und ihrer maximalen Anzahl in einer Liste (Kette, Datei) gegeben ist.

323.11 Eingabeanforderungen

Wird wie bei den meisten DVS die Datenbank nach Listen organisiert, so beeinflussen Faktoren aus dem Entscheidungsfeld der Dateneingabe die Planung. Bei Lochkarten wird z. B. die Eingabe in variablen Längen-Formaten erfolgen. Dazu sind zwei Methoden möglich. Einmal kann der Datensatz in genau dem gleichen Format abgelocht werden, wie er im Speichermedium abgespeichert wird. Diese Methode erleichtert die Programmierung; jedoch wird die Fehlerentdeckung sehr schwierig, und es werden hohe Anforderungen an die Lochkartenschreiberinnen gestellt.

Bei der zweiten Methode werden mit jedem Datenfeld Kontrollzeichen abgelocht, die seine Position innerhalb der Liststruktur spezifizieren. Diese Methode ist insbesondere beim Fehlen von Daten vorteilhaft. Während von einem DVS das variable Längen-Format gefordert werden muß, so ist eine Option für feste Längen-Formate wünschenswert. Denn oft sind Datenfelder und damit auch ihre Längen vorhersagbar. Diese Möglichkeit behandelten wär oben unter dem Namen 'Fix-Daten'.[1]

---

1 Siehe Abschn. 310.

323.12 Kontrolle und Fortschreibung

Da beide Faktoren eng verknüpft sind, denn bei jeder Fortschreibung (Aktualisierung) werden zumeist auch Kontrollen stattfinden, seien sie zusammen behandelt. So sollte der Disponent jedes DVS nach den Methoden zur Fehlerentdeckung und Korrektur, das es anbietet, beurteilen. Die Methoden zur Vergleichs- und Gültigkeitskontrolle haben wir oben erörtert.[1]

Eine Änderung der Verhaltenszustände in der Unternehmung oder der Umwelt bewirkt eine Änderung der in der Datenbank aufgezeichneten Variablenwerte, d. h. eine Fortschreibung der Dateien. Fortgeschrieben wird durch Einfügung, Löschung oder Ersatz von Datenfeldern. Die zwei grundsätzlichen Methoden dazu sind:

(1) Datenänderungen: Die in einem Datenfeld enthaltene Information, also der Feldwert, wird geändert durch Einsetzen anderer, auch Nullwerte.
(2) Strukturänderungen: Neue Datenfelder werden der Reihe oder Kette hinzugefügt oder bisherige Felder herausgenommen, wenn Umweltänderungen andere Informationsklassen wünschenswert erscheinen lassen.

Jedes DVS wird beide Änderungen vornehmen müssen. Der Disponent wird seine Informationsstruktur bzw. die seiner Organisation und ihre antizipierten Änderungen in der Zeit bestimmen und diesen entsprechend die Vorteilhaftigkeit der Fortschreibungsmethoden der alternativen DVS zu kalkulieren versuchen.

---

1 Siehe Abschn. 312.

323.13 Suchlogik

Je anspruchsvoller die Suchlogik eines DVS ausgeprägt ist, desto schwierigere Antworten können aus der Datenbank abgeleitet werden. So ist die Logik zum Vergleichen zweier Datensätze in Liststrukturen umfangreich, da deren Form und Länge im voraus nicht bekannt sind.

Zur Informationswiedergewinnung ist die Konstruktion mehr oder minder anspruchsvoller logischer Aussagen notwendig; z. B. die Frage nach allen Forderungen, die:
- > als 10 TDM sind,
- UND das Zahlungsziel überschritten haben und
- NICHT an Konzerntöchter bestehen.
Hierzu sind Boole'sche Operatoren wie UND, ODER, NEIN und Verhältnis-Operatoren wie $<$, $\leq$, $=$, $\geq$, $>$, $\neq$ erforderlich, wobei die Operanden die Index- und Schlüsselwerte sind.[1] Das DVS sollte diese Operatoren und ihre möglichst beliebige Verknüpfung zur Datensuche zur Verfügung stellen.

Die logische Flexibilität kann noch beträchtlich gesteigert werden. Ein Suchkriterium kann die Anzahl der Sätze einer Datei, ihr Durchschnittswert usw. sein. Während solche Optionen sicher wünschenswert sind, ist es wegen mangelnden a priori Wissens und der Kosten unmöglich, alle bei späteren Anfragen an die Datenbank verwendeten logischen Operationen einzuplanen. Ein praktischer Ausweg aus diesem Planungsdilemma ist, daß in das DVS die Möglichkeit eingeplant wird, daß der Anwender unübliche logische Operationen durch speziell entworfene Subprogramme dem DVS eingeben und ausführen lassen kann. Das ist elegant bei solchen Systemen möglich, die in gebräuchliche Muttersprachen eingebaut sind, wie z. B. IDS in COBOL.

---

1 Vgl. die anschauliche Darstellung der Operatoren bei Dworatschek (1971), S. 174 ff.

323.14 Ad-hoc-Anfragen

Zusätzlich zu der Suchlogik zur Auswahl der gewünschten Informationen aus der Datei muß das DVS bei ad-hoc-Anfragen die Steuerungsinformationen empfangen können, welche Verrichtungen an den ausgewählten Datensätzen auszuführen sind. Bei sequentiellem Zugang und Verarbeitung wie z. B. bei der Magnetband-Technologie kann meist die ad-hoc-Anfrage erst erfüllt werden, nachdem die gesamte Datei eingelesen worden ist. Hier wird man aus Wirtschaftlichkeitsgründen das DVS so planen, daß mehrere Anfragen, die die gleiche Datei betreffen, gleichzeitig verarbeitet werden können.

Bei on-line Datenverarbeitung bieten einige DVS die nützliche Option, den Benutzer vor Erfüllung seiner Anfrage über die Quantität der ausgewählten Information zu unterrichten. Diese Option erlaubt eine Modifizierung der logischen Auswahlkriterien und Wiedereingabe der Anfrage in all den Fällen, in denen der ursprünglich ausgewählte Informationsbereich zu breit oder zu eng erscheint.[1] Weiterhin wird der Disponent bei on-line Systemen untersuchen, ob und wie die zur Disposition stehenden DVS Berichte online produzieren und ob weniger dringende und umfangreiche Berichte off-line gedruckt werden können.
Wir müssen in diesem Rahmen auf weitere Kriterien zur Berechnung der Vorteilhaftigkeit von DVS bei on-line Systemen verzichten. Grundsätzlich gilt dabei folgende Überlegung. Bei der Planung der Datenbankstruktur und des DVS können die zukünftigen Informationsanforderungen, d. h. die Informationsstrukturen aller Organisationsmitglieder in der Zeit, nicht mit Sicherheit bestimmt werden, um sie dann in periodischen Berichten aus der Datenbank abzufragen. Denn der Disponent besitzt auch über die Gestalt zukünftiger Informationsstrukturen nur Wissen in Gestalt von Erwartungen.

---

1 Vgl. zu einer solchen Option die 'Population profile routine' des AY/Audit/Management Systems, die wir im Zusammenhang mit generellen Prüfungsprogrammen - die weitgehend die gleiche Softwarestruktur wie die DVS aufweisen - in Abschn. 543.11 darstellen.

Die Konsequenz für die Planung bzw. Wirtschaftlichkeitsrechnung angebotener DVS ist: Je ungewisser die Gestalt zukünftiger Informationsstrukturen ist - differenziert nach den einzelnen Organisationsmitgliedern bzw. nachfragenden Betriebsabteilungen -, desto flexibler und damit aufwendiger muß das DVS zur Beantwortung nicht antizipierter Anfragen der Disponenten sein. Auch Fragen, die zwar antizipiert, aber eine zu geringe Zugriffswahrscheinlichkeit aufweisen, um in periodischen Berichten jedesmal beantwortet zu werden, gehören zu den 'ad-hoc-Anfragen'.[1]

323.15 Berichterstellung

Jedes DVS ist nach seinen Möglichkeiten zu beurteilen, die es zur Erstellung von Standard-, Ausnahme- und anderen Berichten bietet. Denn: "The bulk of information retrieved from the data base is used in the preparation of routine, periodic reports and operating documents. Consequently, considerable attention should be paid to the efficiency of the system in processing these outputs."[2]
Unabdingbar ist die Möglichkeit, eine Liste von ausgewählten Datensätzen auszudrucken in einem Format, die die vorhandenen Datenelemente in der Datei-Reihenfolge präsentiert. So wird der DVS-Benutzer in die Lage versetzt, alle erst vor kurzen in die Datenbank aufgenommenen Datensätze z. B. auf ihre Gültigkeit sowie auf Ausnahmen zu kontrollieren und allgemein seinen Entscheidungen zunutze zu machen.

Da Datensätze zumeist in ihrer Reihenfolge in der Datei ausgedruckt werden, sollte das DVS die Möglichkeit geben, die Sätze auch nach anderen gewünschten Kriterien zu reihen. Allgemein muß die Bericht-Erstellung nach den Wünschen des Systembenutzers möglichst unabhängig von der Dateistruktur

1 Vgl. Emery (1969), S. 50.
2 Ebenda, S. 49.

erfolgen. Blatt- und Spaltenüberschriften oder die Formate der ausgedruckten Daten sollten je nach Spezifizierung durch den Berichtempfänger vom DVS generiert werden, ohne daß zusätzliche Programmierarbeiten notwendig werden. Obwohl der Bericht meistens ausgedruckt wird, ist es oft wünschenswert, z. B. um eine Datenumwandlung auszuschalten, den Bericht in Form eines formatierten Magnetbandes, einer Serie von Lochkarten oder auf Mikrofilm zu erstellen.
Da die Datenverwaltung als Mittler zwischen Disponent und Datenbank u.E. eines der wichtigsten Entscheidungsfelder betrieblichen Informationshandelns geworden ist, sei es gestattet, einige Literaturhinweise zu geben. Wir beschränken uns dabei auf zwei umfangreiche Studien, die die bedeutendsten nordamerikanischen DVS, die zum größten Teil auch in Europa angeboten werden, beschreiben und anhand von Kennzeichen (feature lists) vergleichen. Aus diesen mögen dann die Verweise auf die verschiedenen Publikationen der Hersteller entnommen werden.

Der beste Ausgangspunkt ist wohl die Studie des Systems Committee of CODASYL (Committee on Data Systems Languages).[1] Die Studie mit fast 400 Seiten vergleicht neun DVS[2] anhand von ca. 114 Kennzeichen. Eine Studie der Mitre Corporation kann zur Ergänzung herangezogen werden, auch wenn sie sich in fünf der zehn von ihr betrachteten DVS mit der CODASYL-Studie überschneidet.[3] Während letztere jedem DVS ein Kapitel zuordnet, ist die Mitre-Studie umgekehrt organisiert: Für jedes der ca. 350 verschiedenen Kennzeichen werden jeweils die zehn DVS analysiert.[4]

---

1 Vgl. CODASYL (1969).
2 Die untersuchten DVS sind: ADAM, GIS, IDS, ISL-1, MARK IV, NIPS/FFS, SC-1, TDMS, VL/1.
3 Mitre (1969).
4 Die Hauptgliederung der Mitre-Kennzeichenliste ist:
(1) File definition and organization (2) Data retrieval
(3) Update (file maintenance) (4) Output representation
(5) Data access methods (6) General interface capabilities
(7) System statistics (8) System availability.

Zu IDS vgl. unsere Ausführungen in Abschn. 322.131; zu dem weitverbreiteten 'Generalized Information System' (GIS) der IBM sei verwiesen auf die entsprechenden Publikationen der IBM und auf Lutz (1969). Zu einem allgemeinen Überblick der "Datenverwaltungssysteme auf Computer-Basis" vgl. die Ausführungen von Will (1971), S. 834-842; sowie: Olle (1970).

Generelle Prüfungsprogrammsysteme zur Prüfung des Rechnungswesens kann man als besondere DVS mit engerer Zielsetzung ansehen, denn auch sie enthalten Datensuchspezifikationen, Berichts-Routinen u. a. Ihre Behandlung wird bis Abschnitt 5 zurückgestellt.

33 Planung der Kommunikation

330 Das Problem

Der Teil des Informationshandelns, der die innerbetriebliche Übermittlung von Informationen umfaßt, wird vorherrschend als Kommunikation bezeichnet.[1] Der multipersonale, dynamische Entscheidungsprozeß wird in der Teamtheorie als das 'optimale' Paar von Folgen von Entscheidungsfunktionen und Informationsstrukturen allgemein formuliert.

Inwieweit solche allgemeinbegrifflichen Aussagen unser Wissen vergrößern, sei dahingestellt. Auf jeden Fall kann man u. E. ohne sie dem Disponenten in der konkreten Situation nicht durch systematische betriebswirtschaftliche Überlegungen Entscheidungshilfen geben, wenn er fragt:

(1) Wie sind die alternativen Handlungsmöglichkeiten bei der maschinellen Kommunikation zu formulieren?
(2) Welche Einflußfaktoren sind bei diesen Kommunikationsentscheidungen zu berücksichtigen?

Wir erörtern diese Fragen nur für jenes betriebliche Kommunikationshandeln, das explizit organisiert ist und in Verbindung mit der maschinellen Informationsverarbeitung vorgenommen wird. Wie bisher verfolgen wir auch bei der Kommunikation das gleiche Anliegen: Wir untersuchen die organisierte, maschinelle, betriebliche Kommunikation, um auf operationalem Niveau konkrete Dispositionshilfen aufzuzeigen.

Es sei gestattet, nach der Abgrenzung unser Untersuchungsgebiet zu präzisieren, indem wir es in drei Entschei-

1 Vgl. z. B. Albach (1961), S. 356 f.

dungsfelder auffächern:

(1) Die Entscheidung über Art, Anzahl und Kombination der Terminals.[1] Terminals sind die Aggregate - die Endpunkte - in einem maschinellen Übertragungssystem, an denen Daten eingegeben oder empfangen werden. Alternativen und Einflußfaktoren werden in Abschnitt 331 betrachtet.

(2) Die Entscheidungen über die Komponenten des Übertragungssystems werden in Abschnitt 332 mit Hilfe von sechs Einflußfaktoren analysiert.

(3) Die Entscheidungen über die Abstimmung mit der Verarbeitung untersuchen wir für Hardware und Software in Abschnitt 333.

331 Terminals

331.0 Alternativen

Terminals sind Endpunkte des Kommunikationssystems, an denen Daten ein- und ausgegeben werden. Die Eingabe kann durch den Menschen oder automatisch erfolgen. Die zu diskutierenden Terminals sind elektronische oder elektromechanische Geräte, die mit anderen Terminals, einem Zwischenspeicher oder einem Computer über verschiedenste Nachrichtenkanäle, z.B. Telefonleitungen, verbunden sind.

Die Wahl der Terminals nach Art, Anzahl und Kombination ist nicht nur wegen des vielfältigen Angebots schwierig, sondern auch wegen ihrer vielfältigen Einflüsse auf das gesamte Informationssystem. Die Terminals sind die Nahtstellen, an denen die menschlichen Benutzer mit dem Computer in Kommunikation treten. Das schnellste Übertragungsnetz kann durch langsame Dateneingabe und das anspruchsvollste Verarbeitungssystem kann durch fehlerhafte

---

1 Dworatschek nennt diese Endgeräte: "Endgeräte sind alle Ein-/Ausgabegeräte, die den gerätemäßigen Abschluß eines Datenübertragungssystems bzw. Datenverarbeitungssystems bilden." Dworatschek (1971), S. 264. Wir trennen und sprechen von Terminals als den Endpunkten eines Übertragungssystems.

Eingaben wirkungslos werden. Die hauptsächlichen Wahlmöglichkeiten des Disponenten seien kurz aufgeführt:

(1) Tastatur-Terminals - Die vorherrschende Methode bei der Dateneingabe ist die über Tastatur-Geräte. Daten werden von Menschen eingegeben, manchmal auf einem Zwischenspeicher abgespeichert und dann in das Übertragungsnetz eingegeben. Z.B. dient als Zwischenmedium der Lochstreifen beim Fernschreiber, der wegen fehlender Formatierungsmöglichkeiten und seiner Geschwindigkeitsbegrenzung (150 bits pro Sekunde) bei stapelweiser Übertragung durch Tastatur-Magnetband-Geräte ersetzt wird. Ebenso wird es bei der Echtzeit-Dateneingabe wegen der langsamen Eintastgeschwindigkeit vorteilhaft, die Nachricht, bis sie eingetastet ist, abzuspeichern und dann zu übertragen.

(2) Bildschirmgeräte - Die meisten Neuentwicklungen sind auf diesem Gebiet zu verzeichnen.[1] Der Hauptvorteil dieser Geräte liegt in ihrer Empfangsgeschwindigkeit, die bei 120 bis 300 Zeichen pro Sekunde gegenüber 10 bis 20 Zeichen pro Sekunde bei Tastatur-Terminals liegt.[2] Der weitere Vorteil liegt in der Möglichkeit, Zeichen oder Worte zu löschen oder zu modifizieren in den entsprechenden Datensätzen und Dateien. Die Hauptnachteile sind, daß Bildschirmgeräte ohne Zusatzgeräte keine dauerhaften Kopien der übertragenen Daten bieten und ihre Anschaffungsausgaben weitaus höher sind als die der Tastatur-Geräte.

(3) Eingabe-Terminals mit hoher Geschwindigkeit wie Kartenleser, Lochstreifenleser und die verschiedenen Belegleser.

---

1 Einen ausgezeichneten Überblick über den gegenwärtigen Stand der Technologie auf diesem Gebiet vermitteln die Aufsätze von Theis und Hobbs (1968) sowie Brick und Chase (1970 a und 1970 b).

2 Vgl. Theis und Hobbs (1968), S. 22.

(4) Ausgabe-Terminals hoher Geschwindigkeit sowie Schnell-Drucker.
(5) Terminals mit graphischer Ein- oder Ausgabe wie Kurvenschreiber (Plotter) u.a.[1]
(6) Terminals mit Ton-Datenausgabe (audio response units).[2]

331.1 Einflußfaktoren bei der Auswahl

Es sei gestattet, die Einflußfaktoren zuerst insgesamt aufzuführen, um sie dann im einzelnen zu untersuchen:
(1) Funktion
(2) Medien
(3) Volumen
(4) Geschwindigkeit
(5) Arbeitsbedingungen
(6) Fehlerentdeckung und Korrektur
(7) Sicherheitsüberlegungen
(8) Verbindung mit dem Übertragungsnetz
(9) Kosten.

Ad (1): Funktion - Den Terminals werden innerhalb des Kommunikationssystems bestimmte Funktionen zugeordnet. Als Hauptfunktion seien genannt:
- Eingabe von Massendaten,
- Verbindung dezentralisierter Benutzer mit einer zentralen Datenbank,
- Problemlösen durch Dialog-Betrieb mit der Verarbeitungseinheit,
- Ferneingabe von stapelweisen Informationsaufträgen,
- Prozeßsteuerung und
- Computer-Programm Erstellung.

Diese und speziellere Funktionen sind dem Disponenten aus der Gesamtplanung für die Auswahl der Terminals vorgegeben. Da verschiedene Arten von Terminals nur bestimmte Funktionen ausführen können, wird der Disponent

---

1 Zu den Anwendungsmöglichkeiten dieser Terminals sowie zu ihren technischen Daten und Kosten verweisen wir auf: Bauer (1967); Brick und Chase (1970 c); Stiefel (1970).
2 Vgl. zu den Problemen bei dem (seltenen) Einsatz dieser Terminals und ihren technischen Daten: Weitzmann (1969).

bestimmte Typen von vornherein aussondern.

Ad (2): Medien - Nahezu alle Arten von Eingabe- und Ausgabe-Medien können bei den Terminals verwendet werden. Man wird bei der Planung berücksichtigen, auf welchen Medien die Daten an der Informationsquelle produziert werden und eventuell Datenumwandlungskosten einkalkulieren. Weiterhin ist der Input zu analysieren auf:

- Anforderungen an die Zeichenmenge und die Formatierung wegen der Gestaltung der Tastenfelder bei Tastatur-Terminals,
- Art der Daten wie numerische, alphanumerische oder graphische und
- Anforderungen an dauerhaften Kopien, die z.B. Bildschirmgeräte ohne Zusatzeinrichtungen ausschließen würden.

Ad (3): Volumen - Eingabe- und Ausgabevolumen wird gemessen i.B.a. durchschnittliches Volumen je Zeiteinheit, die monatliche, tägliche und stündliche Variation des Volumens und die Spitzenbelastungen, um Warteschlangen der Informationsaufträge bestimmen zu können. Prognosewerte für die verschiedenen Volumen sind für die Planung erforderlich, ebenso wie Informationen über Durchschnittslängen der Nachrichten und ihre Veränderungen in der Zeit.

Ad (4): Geschwindigkeit - Die Anforderungen an die Geschwindigkeit sind abhängig vom Volumen, von Antwortzeiterfordernissen, den Übertragungsgeschwindigkeiten der Datenkanäle und der Anzahl der zu installierenden Terminals. Idealerweise sollte das Terminal auf die Maximalgeschwindigkeit des angeschlossenen Datenkanals abgestimmt sein; jedoch werden meist andere Faktoren, z.B. strenge Anforderungen an die Antwortzeiten, dies verhindern. Hier wird der Planer versuchen, maximal tolerierbare und minimal notwendige Antwortzeiten, z.B. der Datenbank gegenüber Terminalbenutzern, zu kalkulieren.

Ad (5): Arbeitsbedingungen - Bei den manuellen Eingabe-Terminals müssen die Belange der Bedienungskräfte be-

rücksichtigt werden. Wie einfach sind sie zu bedienen? Welche Anlernzeiten sind einzusetzen? An welche Tastenfelder sind die vorhandenen Mitarbeiter gewöhnt? Diese und ähnliche Fragen wird der Disponent hier berücksichtigen.

Ad (6): Fehlerentdeckung und Korrektur - Zur Diskussion dieses Einflußfaktors verweisen wir auf Abschnitt 312.

Ad (7): Sicherheitsüberlegungen - Oft ist es wünschenswert, den Zugang zu den Terminals nur einem bestimmten autorisierten Personenkreis zu gestatten. Denn der Zugang bedeutet oft die Möglichkeit, Dateien abzufragen oder zu modifizieren. Mechanische Verschlüsse, Code-Worte und andere Möglichkeiten wird der Disponent hier berücksichtigen.[1]

Ad (8): Abstimmung mit dem Übertragungsnetz - Eigenschaften der Datenkanäle, z.B. Simplex oder Duplex oder die Übertragungsgeschwindigkeit, die wir im nächsten Abschnitt besprechen, beeinflussen die Wahl der Terminals. Bei einem Bildschirmgerät mit Tastatur werden die Daten manuell eingetastet mit der geringen Geschwindigkeit von 10 Zeichen je Sekunde, während die Ausgabe auf dem Bildschirm weitaus schneller erfolgt. Wird ein Duplex-Kanal benutzt, in dem die Übertragung in beiden Richtungen simultan erfolgt, ist es dann vorteilhafter, wenn ein Kanal eine größere Kapazität als der andere aufweist. Schließlich müssen Art und Umfang der Speicherverrichtungen durch das Terminal berücksichtigt werden, wenn die Geschwindigkeit der Terminals von der des Datenkanals differiert oder wenn verschiedene Terminals angeschlossen sind. Zwischenspeicherung ermöglicht oft Kostensenkungen bei der Übertragung und sofortige Fehlerkorrekturen, erhöht aber die Aggregatkosten.

Ad (9): Kosten - Alle obengenannten Faktoren und die daraus resultierenden Teilentscheidungen beeinflussen offen-

---

1 Siehe zu dem Problem der Datensicherheit insbes. Abschn. 44.

sichtlich die Kosten der Endpunkte des Kommunikationssystems, d.h. der Terminals. Wir führen die Kosten abschließend an, um zu verdeutlichen, daß nicht nur die Aggregatkosten in der Planung zu berücksichtigen sind, sondern auch die Kosten für Programmierungsarbeiten, Material - z.B. spezielle Formulare -, Bedienung, Aus- und Fortbildung, Kosten für Zusatzgeräte -, z.B. zur Herstellung von Kopien bei Bildschirmgeräten -, Anlauf-, Umstellungs- und Instandhaltungskosten.

332 Übertragungssystem

332.0 Elemente des Übertragungssystems

Die Übertragung von Informationen kann durch die physikalische Bewegung des Mediums oder durch Übermittlung elektrischer Signale, in denen die Information codiert ist, erfolgen.[1] Immer mehr wird die materielle Bewegung von Daten durch die elektronische Datenübertragung ersetzt. Heute schon sind ca. 15 % der in den USA installierten EDV-Anlagen mit Datenübertragungsgeräten ausgestattet.[2] Nur einige Anwendungsbeispiele seien aufgezählt: Zentrale Buchung aller Geschäftsvorfälle von Filialen in Handel, Banken und Versicherungen, Bestandsplanung dezentraler Läger, zentralisierte Computer-Center für Großbetriebe, Platzbuchungssysteme, Time-Sharing-Unternehmen u.a. Einen Überblick über die Elemente des Übertragungsnetzes gibt Abb. 33-1.

---

1 Vgl. Emery (1969), S. 59 f; Mertens (1969), S. 206.
2 Vgl. Dworatschek (1971), S. 357.

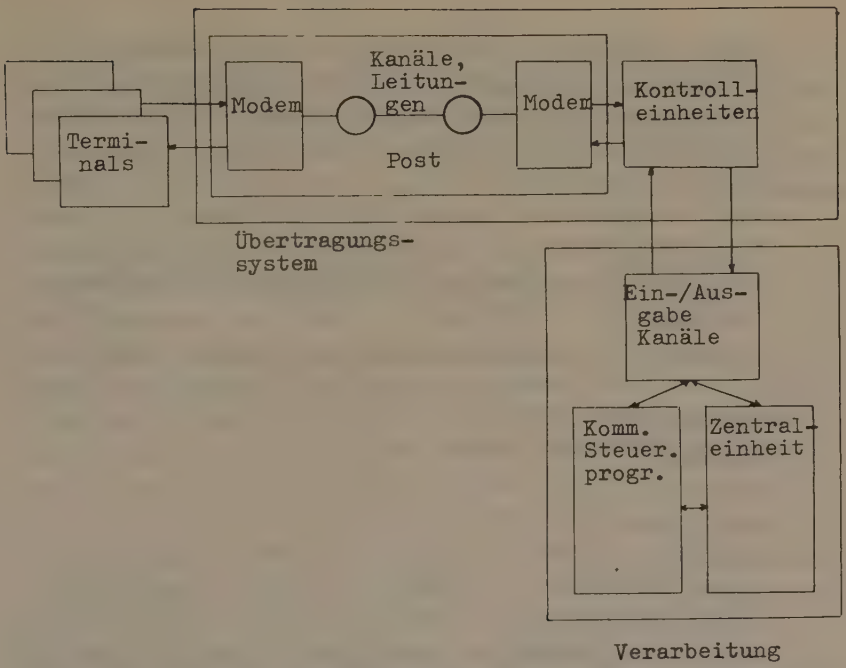


Abb. 33-1

Fernsprechleitungen sind nicht unmittelbar für die Übertragung digitaler Signale geeignet. So müssen zwischen Ein-/Ausgabe-Terminals und Leitungen Modems[1] eingesetzt werden, die Gleichstromsignale in Tonfrequenzsignale und umgekehrt umwandeln.[2] "Die Schnittstelle zwischen Modem und Datenendeinrichtungen kennzeichnet die Zuständigkeitsgrenze der Post."[3] Wir können hier die vielfältigen Alternativen, die mittlerweile die Post bei der Datenübertragung anbietet, nicht untersuchen i.B.a. Kosten, Übertragungsgeschwindigkeiten, Fehlerraten u.a.[4] Wir wollen vielmehr im nächsten Abschnitt die Faktoren untersuchen, welche die Wahl unter den verschiedenen Übertragungssystemen beeinflussen. An der Nahtstelle zu den

1 Modem ist aus Modulatur und Demodulator zusammengesetzt.
2 Zu den Wahlmöglichkeiten bei dem Einsatz von Modems und der verschiedenen Vor- und Nachteile verweisen wir auf: Martin (1967), S. 280 ff.
3 Dworatschek (1971), S. 282.
4 Vgl. z.B. die Tabelle BIV/39 bei Dworatschek (1971),S.282. zur allg. Orientierung vgl. Martin (1967), S. 278 ff; Mertens (1969), S. 205 ff; zu einer genaueren Darstellung der Vor- und Nachteile einzelner Alternativen vgl. Vetter (1967); zu umfassenderen neueren Untersuchungen vgl. Eichbach und Büttgen (1968) sowie Nolle (1970).

Ein-/Ausgabekanälen der Zentraleinheit werden meistens Kontrolleinheiten eingesetzt, die solche Verrichtungen ausführen wie automatisches Auswählen, Antworten und Abfragen der Terminals, automatische Fehlerprüfung, Datenumwandlung u.a.

332.1 Einflußfaktoren bei der Planung des Übertragungssystems

Die folgenden Einflußfaktoren seien im einzelnen untersucht:
(1) Funktion
(2) Verteilung
(3) Volumen
(4) Dringlichkeit
(5) Genauigkeit
(6) Kosten.

Ad (1): Funktion - Der Hauptvorteil der elektronischen Datenübertragung besteht in der Schnelligkeit gegenüber dem Transport physikalischer Datenmedien z.B. von Papier oder Magnetbändern. Diese und andere Vorteile werden den Übertragungskosten gegenüber gestellt. Aus dem überschlägigen Informationswertkalkül sind bestimmte Funktionen, z.B. Verbindung mit der zentralen Datenbank oder Erfassen von Produktionsmassendaten direkt an den Produktionsstätten für die Planung des Übertragungssystems vorgegeben. In dem verbleibenden Entscheidungsspielraum werden z.B. solche Variablen wie die tolerierbare Fehlerquote oder die Zeitfolge der Übertragung - stapelweise jede Minute, Stunde oder Produktionsschicht - bestimmt.

Ad (2): Verteilung - Die Verteilungsentscheidung bezieht sich auf die Anzahl der Endprodukte des Systems (der Terminals), der Struktur des verbindenden Netzwerkes (einer zu einem, einer zu vielen, viele zu einem, viele zu vielen)[1] und den Übertragungsrichtungen (Simplex , Halb-

1 Vgl. Davis (1969), S. 406.

Duplex, Duplex).[1] Verschiedene Verteilungen beeinflussen offensichtlich Wert und Kosten des gesamten Informationssystems. Als Entscheidungshilfe bei Verteilungsentscheidungen wird manchmal die sogenannte Matrix-Analyse herangezogen. Bei dieser werden in die Matrixspalten die Informationsempfänger, in die Zeilen die Sender und in die Matrixkästchen die zu übertragenden Informationen oder Berichte eingetragen.[2] Dadurch erkennt man oft redundante Informationsflüsse, die zu anderen Verteilungsentscheidungen veranlassen. Zu den theoretischen Grundlagen sei verwiesen auf das grundlegende Modell von Liebermann[3], das von Hömer[4] modifiziert wurde und auf die allgemeineren Matrix- und graphentheoretischen Arbeiten von Heinrich[5], Mag[6] und Wild.[7]

Ad (3): Volumen - Das Volumen ist der Gesamtbetrag an Informationen, der je Zeiteinheit zu übertragen ist. Wichtig ist die Veränderung des Volumens in der Zeit, insbesondere ob die Übertragungslast über der Zeitachse gleichmäßig verteilt ist und ob hohe Spitzenbelastungen auftreten. Wenn z.B. wegen ihrer Dringlichkeit Daten nicht zwischengespeichert und anschließend zu Nicht-Spitzenzeiten übermittelt werden können, muß die Übertragungskapazität auf die Spitzenbelastung, nicht auf das Durchschnittsvolumen abgestimmt werden. In die notwendigen Kapazitätsberechnungen gehen solche Variablen ein, über die der Disponent entscheiden muß, wie Datenübertragungscode, Codes zur Fehlerentdeckung, Datenblocklänge u.a.[8]

Ad (4): Dringlichkeit - diese ist einer der wichtigsten Einflußfaktoren bei der Auswahl der Übertragungskanäle.

---

1 Bei Simplex ist der Informationsfluß nur in einer Richtung möglich, bei Halb-Duplex ist er in einer Richtung jeweils möglich und bei Duplex ist er in beide Richtungen gleichzeitig möglich; vgl. dazu im einzelnen Martin (1967), S. 279.
2 Vgl. Davis (1969), S. 405.
3 Vgl. Liebermann (1956).
4 Vgl. Homer (1962).
5 Heinrich (1969).
6 Mag (1970).
7 Wild (1970).
8 Wir verweisen auf die Beispiele zur 'Throughput Analysis' bei Worley (1969), S. 65 f.

Der Disponent wird analog der Entscheidung über die Terminals versuchen, die ökonomischen Konsequenzen zu verschiedenen Übertragungszeiten wenigstens vergröbert zu kalkulieren.[1]

Ad (5): Genauigkeit - Kein Übertragungssystem ist frei von Fehlern. Mit den in Abb. 33-2 angegebenen Quoten für unentdeckte Fehler kann man rechnen.[2]

Übermittlung	Quote unentdeckter Fehler
Menschliche (Schreibmaschinen-) Bedienungskräfte	1 Fehler in 1.000 Zeichen
Mechanische Geräte eingeschlossen Telefonleitungen	1 Fehler in 10.000 Zeichen
Elektronische Geräte	1 Fehler in 100.000 Zeichen
Elektronische Geräte mit einfachen Prüfbits und Telefonleitung mit Geräten zur Fehlerentdeckung und Korrektur	1 Fehler in 100.000.000 Bits
Elektronische Geräte mit zweidimensionalen Prüfbits	1 Fehler in 100.000.000 Bits.

Abb. 33-2

Die Fehlerraten lassen sich durch die verschiedenen Methoden zur Fehlerentdeckung senken. Sie basieren alle auf dem Prinzip der Redundanz. Das wird am deutlichsten, wenn empfangene Nachrichten an das sendende Terminal rückübermittelt und dort mit dem Original verglichen werden. Bei einer Soll-Ist Abweichung wird die ursprünglich gesendete Nachricht für ungültig erklärt und das Original neu gesendet.

Meist wird jedoch die Fehlerentdeckung ohne doppelte Übertragung ausgeführt. Es werden redundante Bits in die Nachrichten eingebaut, die nach dem Empfang eine

1 Siehe Abschn. 331.1 Ad (4); vgl. auch Abschn. 302.3.
2 Vgl. Gentle (1964), S. 12; zitiert nach Davis (1969), S. 403.

schnelle Fehlerprüfung erlauben. Prüfbits (parity checks) werden jedem Zeichen oder jedem Datenblock oder beiden zusammen (two dimensional parity check) zugeordnet. Komplexere fehlererkennende Codes wie Hamming Code, IBM-CRC Code u.a. steher weiter zur Disposition.[1]

Grundsätzlich gilt: Je größer das Verhältnis der redundanten Bits zu den Datenbits ist, desto geringer ist im allgemeinen die Rate der unentdeckten Fehler und desto geringer ist die Übertragungsgeschwindigkeit. Hier wird der Disponent versuchen , für jede Art von Übermittlungsaufträgen tolerierbare Fehlerquoten ökonomisch zu bewerten und den entsprechenden Kosten (Codierung,geringere Übermittlungskapazität) gegenüberstellen, um eine rationale Entscheidung über die Kombination Fehlerquote/Übermittlungskosten zu treffen.

Ad (6): Kosten - Schließlich seien die Kosten des Übertragungssystems als Einflußfaktor aufgeführt. Bei den verschiedenen Alternativen, die zur Disposition stehen, sind die Kosten der Übertragungsleitungen - fixe und volumenabhängige -, Personalkosten, Stromkosten, Raumkosten, Anschaffungs- bzw. Mietausgaben für einige Hardware sowie die Instandhaltungskosten zu kalkulieren.

333 Abstimmung mit der Verarbeitung

333.0 Hardware

Abb. 33-1 zeigte schematisch den Zusammenhang zwischen Übermittlung und Verarbeitung. Die Beziehung wird ökonomisch reizvoll bei der Entscheidung, ob es vorteilhaft ist, geographisch dezentral gelegene Computerkapazitäten mit Hilfe eines Kommunikationssystems durch eine zentrale große Installation zu ersetzen.

Die Vorteile liegen einmal in der Verminderung der Kosten je Verrichtung - gemessen oft an der Zeit, die ein Com-

---

1 Vgl. den Abschn. 2.4 Codesicherung bei Dworatschek (1971), S. 162 ff.

putertyp für einen Rechenvorgang benötigt - wegen der bei steigenden Computergrößen bedeutenden Kostendegression. Das in diesem Zusammenhang bekannt gewordene Grosch'sche Gesetz besagt, daß bei einem gegebenen Stand der Technologie - z.B. den Computertypen einer Computergeneration - die Kosten des Computers ungefähr der Wurzel aus ihrer Verarbeitungskapazität entsprechend steigen.[1]

Es mögen z.B. vier Stellen im Unternehmen - Zweigwerke, Filialen, Betriebsabteilungen - ungefähr die gleiche Nachfrage nach elektronischer Datenverarbeitung aufweisen. Bezeichnen wir die Kosten des relativ kleinen Computers, der jeweils einer Einzelnachfrage entspricht, mit K, so sind die Gesamtkosten bei dezentralem Einsatz von vier Computern 4K. Die Verarbeitungskosten bei einer Entscheidung für eine zentrale Computer-Installation wären aber nur $\sqrt{4K} = 2K$, d.h. nur 50 % derjenigen bei dezentraler Konfiguration.[2]

Zentrale Datenverarbeitung führt nicht nur zu geringeren Gesamtkosten für eine gegebene Gesamt-Computerkapazität, sie führt auch zu einer Verminderung der insgesamt erforderlichen Kapazitäten. Wenn separate Computer für die Nachfragen verschiedener Organisationseinheiten eingesetzt werden, müssen ihre Kapazitäten auf die Spitzennachfragen ihrer jeweiligen Nachfrager ausgerichtet sein. Wird die Gesamtnachfrage durch ein zentrales Computersystem befriedigt und sind die Zeitintervalle der einzelnen Spitzenbelastungen je Verarbeitungszyklus nicht zufällig gleich, dann ist eine geringere Verarbeitungskapazität erforderlich, um die gleiche Gesamtnachfrage zu befriedigen bzw. um die gleichen durchschnittlichen Wartezeiten der Jobs wie bei dezentraler Verarbeitung zu erreichen.

---

1 Daß diese Zusammenhänge bei der Kostendegression der EDV (economies of scale in computing) natürlich weitaus komplizierter sind, zeigen die Ausführungen von Sharpe (1969), S. 314 ff und die dort angeführten Studien sowie die Untersuchungen von Kittel und Mertens (1965) sowie Mertens (1970).

2 Vgl. Emery (1969), S. 60.

Dieses Phänomen sollte den Disponenten auch dann zu einem Vorteilhaftigkeitskalkül veranlassen, wenn zwei Stellen mit eigenen Computern ausgestattet sind. Sind diese durch ein Übertragungssystem verbunden und ein Computer ist zeitweise überlastet, d.h. Warteschlangen und Antwortzeiten überschreiten eine vorgegebene Toleranzgrenze, so wird ein Teil der Informationsverarbeitungsaufträge, wobei Art, Antwortzeiten u.a. Variablen der Jobs zu bestimmen wären, an den anderen Computer mit Überschußkapazitäten übermittelt.

Schließlich erlaubt die Zentralisierung den Einsatz eines relativ größeren Computers mit größerem Internspeicher. Letzterer ist oft erst die Voraussetzung für den Einsatz größerer im Internspeicher residierender Softwarepakete, wie z.B. die Programme zur automatischen Verwaltung einer Datenbank.

Die oben genannten Vorteile zentraler Datenverarbeitung sind den Kosten des dazu erforderlichen Kommunikationssystems gegenüber zu stellen. Das entsprechende Vorteilhaftigkeitskalkül wird einen hohen Exaktheitsgrad aufweisen. Denn die Vorteilsberechnung beruht auf dem einfachen Vergleich von Kostenfunktionen der Handlungsweisen verschiedener Zentralisierungsgrade; ebenso genau ist die Kalkulation der Kommunikationskosten: der Terminals, des Übertragungsnetzes und der zum Betrieb des Kommunikationssystems erforderlichen Verarbeitung und Software, die wir im folgenden besprechen.

333.1 Software

Analog der bei den Speicherprozessen erforderlichen Verarbeitung, die wir als Datenbank-Verwaltung separat untersuchten, sind auch Verrichtungen des Verarbeitungssystems für den Betrieb des Kommunikationssystems erforderlich. Diese werden durch Software automatisch gesteuert und vom Computer ausgeführt.

Wir fassen die Software unter der Bezeichnung 'Kommunikationssteuerungsprogramme' zusammen. IBM benutzt z.B.

solche Begriffe: Basic/Queued Teleprocessing Access Methods (BTAM oder QTAM), das als Teil des OS/360 entfernte Terminals steuert. Die Kommunikationssteuerungsprogramme residieren zum größten Teil im (teuren) Internspeicher. So beansprucht BTAM Speicherraum von 4-5.000 Bytes bei einem einfachen und kleineren (unter 10 Terminals) Terminalsystem; bei komplexeren Kommunikationssystemen wird meist QTAM gewählt, das ca. 10.000 Bytes bei kleinem und über 20.000 Bytes bei größeren (über 100 Terminals) Terminalsystemen beansprucht.[1]

Es seien einige Beispiele angeführt der automatisch ausgeführten Verrichtungen zum Betrieb eines Kommunikationssystems, deren bewertete Computerzeiten in das Kalkül eingehen:

- Automatische Abfrage der Terminals (polling) einschließlich Aufbau und Führung der Abfragetabellen,
- Automatische Beantwortung und automatisches Wählen,
- Übersetzung der Datencodes,
- Fehlerentdeckung und Korrekturen,
- Druck- und Bildschirmaufbereitungsfunktionen (editing), z.B. Einsetzen von Fixdaten, Überschriften, Löschen von Kontrollbits,
- Führung von statistischen Daten über Nachrichtenanzahl, Fehlerraten u.a.[2]

Viele dieser programmierten Service-Funktionen, z.B. die Formattierung, sind abhängig von der Art der Terminals. Werden dann neue Terminaltypen hinzugefügt, müssen Programmteile geändert werden. Dies verursacht Programmierungskosten, die wegen der Schwierigkeiten bei der Modifizierung von Betriebssystemen recht hoch sind. Da die Software mit dem Betriebssystem meist von dem Computer-Hersteller geliefert wird, tritt dieser Fall insbesondere dann ein, wenn Terminals von Konkurrenzherstellern in

---

1 Zu weiteren technischen Details dieser Software sei auf die einschlägigen IBM-Publikationen verwiesen, insb. Publikation Nr. S. 360-20 über: IBM System/360 Operating System, Concepts and Facilities, New York 1969 und Nr. A24-3089 über Teleprocessing.

2 Vgl. zu einer detaillierten Behandlung der zum Betrieb eines komplexen Kommunikationssystems erforderlichen Softwareaufgaben: Byrns (1969), S. 82 f.

die Planung einbezogen werden.

34 Planung der Verarbeitung

340 Das Problem der Gesamtplanung

In den letzten drei Abschnitten haben wir jeweils separat die Planung betrieblichen Informationshandelns in den Bereichen der Erfassung, Speicherung und Kommunikation untersucht. Nun gilt es, die Planung des Verarbeitungsbereiches zu analysieren. Dabei seien Einflüsse aus den ersten drei Bereichen auf z.B. den Einsatz des Computers selbst, seine Betriebsweise und die zugehörige Software berücksichtigt, um zu einer Gesamtplanung beizutragen. Denn aus den ersten drei Bereichen ergeben sich zahlreiche Anforderungen an die Verarbeitung: bei der Erfassung z.B. durch die Ausführung der Datenumwandlung, bei der Speicherung z.B. durch den Einsatz von Datenverwaltungssystemen und bei der Kommunikation z.B. durch die Abarbeitung der Kommunikationssteuerungsprogramme. Diese müssen zusammen mit den Verarbeitungsschritten, welche von der Entscheidungsanalyse je nach Formalisierungsgrad der Entscheidungsprozesse zur automatischen Ausführung bestimmt sind, geplant werden.

Es mag schon bei der Analyse der vielen Handlungsalternativen bei Erfassung, Speicherung und Kommunikation die Schwierigkeit deutlich geworden sein, die mannigfachen Kombinationen von Variablen und Einflußfaktoren zu kalkulieren. Um wieviel schwieriger wird eine Gesamtplanung im betrieblichen Informationsbereich; nicht nur weil weitaus mehr Variablen und Kombinationen schließlich nur vergröbert spezifiziert werden können, sondern auch, weil der Fortschritt der Informationstechnologie fortlaufend neue Handlungsmöglichkeiten und Veränderungen der Konsequenzen bisheriger Alternativen i.B.a. Kosten, Produktionszeiten, Qualität u.a. mit sich bringt.

Im folgenden sei kurz auf die herkömmlichen Verfahren der Planung und Bewertung der Variablen im Verarbeitungsbereich eingegangen und anschließend mit Hilfe eines

Simulationsprogrammes Grundlagen einer Gesamtplanung aufgezeigt.

341 Herkömmliche Planungs- und Bewertungsverfahren

Eines der gebräuchlichsten Verfahren in der Planungspraxis ist das Ausschreibungsverfahren.[1] Dabei delegiert das Unternehmen Teile seiner Planung -, oft die gesamte Planung der Computerkonfiguration - an den Hersteller, indem zunächst in Ausschreibungsunterlagen die Anforderungen an das Computersystem spezifiziert und dann Angebote konkurrierender Hersteller über verschiedene Systemalternativen eingeholt werden.

Umfang und Genauigkeit der Ausschreibungsunterlagen bestimmen den Grad der Delegation: Je detaillierter der Disponent seine Anforderungen spezifiziert, desto mehr Planungsentscheidungen trifft er selbst. Im folgenden sind die hauptsächlichen Entscheidungsvariablen in aggregierter Form aufgeführt:

Erfassung

Datenarten und Datenvolumen bei Erfassung, Datenumwandlung, Vergleichs-/Gültigkeitskontrollen und Korrektur, Vorverarbeitung und Eingabe; Genauigkeit; Bearbeitungszeiten.

Speicherung

Inhalt der Datenbank; Organisation der Datenbank i.B.a. Daten-, Index- und Speicherstrukturen; Verwaltung der Datenbank; Sicherheitsanforderungen; Antwortzeiten.

Kommunikation

Art, Anzahl und Verteilung der Endpunkte der Kommunikation; Art und Umfang des Übertragungssystems; Abstimmung mit Hard- und Software; Übertragungscodes; Sicherheitsan-

1 Vgl. z.B. Cole (1965).

anforderungen; Fehlerraten; Dringlichkeiten; Produktionszeiten.

Verarbeitung
Art und Umfang der Eingaben, Compilierungen, Berechnungen, Sortier-, Misch- u.a. Verrichtungen bei Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Datenausgabe. Art und Umfang der Anwendungsprogramme und zugehöriger Dateien; Sicherheitsanforderungen; Verarbeitungshäufigkeiten; Durchlauf- und Antwortzeiten; Prioritäten von Benutzern und Programmen; Produktionsstatistiken.

Je umfangreicher der Disponent selbst plant, desto detaillierter wird er direkte Anforderungen an Hardware, Software und Betriebsweise des Computersystems spezifizieren:

Hardware
Datenerfassungsgeräte; Band-, Platte-, Trommel- und andere Speichergeräte; Kontroll- und Steuerungsgeräte; Terminals; Übertragungsnetz; Ein- und Ausgabegeräte; Zentraleinheit i.B.a. Speicher, Rechen- und Steuerwerk, Befehlsvorrat sowie Eingabe-/Ausgabekanäle.

Software
Maschinen- und problemorientierte Programmsprachen und entsprechende Übersetzer; allgemeine Dienstprogramme; Betriebs- und Steuerungssysteme; Datenverwaltungssysteme; Kommunikationssteuerungsprogramme.

Betriebsweise
Stapelverarbeitung mit und ohne Prioritäten; Stapelverarbeitung bei Ferneingabe; Multiprogramming; Timesharing; Realzeit-Verarbeitung; Multiprocessing und die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten.[1]

In den Ausschreibungsunterlagen wird der Disponent je nach Umfang eigener Planung Spezifikationen festlegen oder Ausführungen des Anbieters zu Folgendem verlangen:

---

1 Zu dieser Systematik der Betriebsweisen vgl. Dworatschek (1971), S. 317 ff. Auf einige Betriebsweisen werden wir in Abschn. 342 eingehen.

- Anforderungen an den Personaleinsatz wie Qualifikation und Anzahl des erforderlichen Bedienungs- und Leitungspersonals und der Mitarbeiter in Programmierung und Systemanalyse sowie deren Aus- und Fortbildung.
- Spezifikation der Kosten einschließlich Finanzierungs- und steuerlicher Überlegungen und Aufteilung in Hardware- und Softwarekosten (unbundling).
- Unterstützung durch den Hersteller bei Entwicklung, Aufstellung und Instandhaltung.
- Kompatibilität mit vorhandenem Informationssystem.
- Möglichkeiten kontinuierlicher zukünftiger Kapazitätserweiterung unter Vermeidung von Umstellungskosten, m.a.W. der "Wachstumsfähigkeit der Anlage."[1]
- Energie- und Raumanforderungen.
- Entwicklungs-, Umstellungs-, Implementierungs- und Auslieferungstermine.

Außerdem wird der Disponent den Ausschreibungsunterlagen oft Testbeispiele beifügen, die von den vorgeschlagenen Systemalternativen verarbeitet werden und deren Ergebnisse der Disponent insbesondere bezüglich der Verarbeitungszeit vergleicht. Grundsätzlich kann man über die Vorteilhaftigkeit der angebotenen Alternativen nach drei Kriterien entscheiden:

(1) Der Planer spezifiziert minimale Leistungsanforderungen und wählt die Alternative mit den geringsten Kosten.

(2) Der Planer spezifiziert eine maximale Kostenbelastung und wählt das Angebot mit der maximalen Leistung.

(3) Der Planer spezifiziert minimale Anforderungen und eine maximale Ausgabensumme und wählt nach irgendwelchen subjektiven Entscheidungsregeln die Alternative mit dem günstigsten Leistungs-/Kosten-Verhältnis.

Eine allgemeine Bewertung des Ausschreibungsverfahrens ist wegen der möglichen Breite der Spezifikationen nicht

---

1 Mertens (1969), S. 229.

möglich. Die Auswahl wird sicher dann zu einer suboptimalen Alternative führen, wenn sie allein auf den Ergebnissen der Verarbeitung spezieller Aufgaben und Programme basiert, die schon auf dem zum Planungszeitpunkt installierten System ausgeführt wurden. Denn: "Even if the tasks are optimal for that system, it is unlikely that they constitute the best use, given new types of configurations. Obviously the greater the difference between currently available equipment and the equipment available when the present system was selected, the less satisfactory will be selection based on current use."[1]

Es wird deutlich, wie schwierig es in der konkreten Planungssituation ist, die Nachfrage nach Informationsleistungen - spezifiziert nach Art, Volumen, Zeit-, Genauigkeits- u.a. Erfordernissen - mit der sie befriedigenden Produktionsalternative gleichzeitig zu planen. Die Setzung einer Komponente als Bedingung und die Minimierung (Fall 1) bzw. Maximierung (Fall 2) der anderen oder die Wahl mit Hilfe einer übergeordneten subjektiven Entscheidungsregel (Fall 3) wird nur zufällig zum Optimum führen. Dabei ist noch abgesehen von weiteren subjektiven Elementen wie persönliche Vorurteile oder Fehler bei der Spezifikation, Sympathien für einen Anbieter wegen der Vertrautheit mit dessen Computersystemen oder sogar Interessenkonflikten.

Im folgenden seien einige herkömmliche Bewertungsverfahren, die versuchen, die Auswahl teilweise zu objektivieren, angeführt. Zuvor sei kurz auf Möglichkeiten zu analytischen Optimierungsmodellen eingegangen. Auch wenn diese sich auf den Verarbeitungsbereich beschränken, finden sie sich sehr selten. Der wohl am weitesten aus-

---

1 Sharpe (1969), S. 281.

gebaute Optimierungsansatz ist der von Schneidewind.[1] In diesem sind die Entscheidungsvariablen die Anzahl der verschiedenen Typen von Aggregaten wie Bandgeräte, Drucker, Zentraleinheiten; Nebenbedingungen geben die Zeiten an, in denen die verschiedenen Verarbeitungsaufträge ausgeführt werden müssen; Koeffizienten beschreiben die vielen technischen und ökonomischen Variablenbeziehungen. Das Ziel ist die Minimierung der Kosten und das Modell ist als ganzzahliges lineares Programmierungsproblem formuliert. Dieser und andere Ansätze[2] stehen vor der noch unüberwindlichen Schwierigkeit bei der Spezifizierung aller Variablen und Abhängigkeiten, so daß man sich dem zurückhaltenden Urteil von Sharpe anschliessen kann: "The prospects for general use of such methods do not appear particularly good."[3]

Häufig angewendet wird das sogenannte Bewertungsschema (scoring system), das den relevanten meist nicht quantifizierbaren Kennzeichen des Entscheidungsfeldes Gewichte zuordnet. Die Alternativen werden entsprechend ihrer Ausprägung der Kennzeichen von einer oder mehreren Personen bewertet und nach ihren Gesamtgewichten geordnet.[4] Einige Autoren schlagen mehrere einfache Formeln vor, die durch Verbindung technischer Daten zu Meßzahlen für Teile eines Computersystems oder zu Vergleichskennzahlen für Befehlsvorräte verschiedener Computer führen.[5]

---

1 Vgl. Schneidewind (1966) und Sharpe (1969), S. 284.
2 Vgl. auch Thiess (1965) und Nunamaker (1969).
3 Sharpe (1969), S. 284.
4 Zu einer ausführlichen Diskussion des Bewertungsverfahrens vgl. Sharpe (1969), S. 284 ff. und die dort angegebene Literatur. Mertens spricht in diesem Zusammenhang von " Punktbewertungsverfahren"; vgl. Mertens (1969), S. 229 f sowie Wegenstein (1966). Grochla kennzeichnet das hier angesprochene Verfahren als ein "in der Wirtschaftspraxis verbreitetes Maschinenauswahlverfahren" und als "Gewichtsfaktorenmethode"; vgl. Grochla (1970), S. 24.
5 Vgl. Sharpe (1969), S. 297 ff und die dort angegebene Literatur sowie Mertens (1969), S. 195.

Fast immer werden Testbeispiele benutzt, um Zeit- und Kostenvergleiche zwischen verschiedenen Computern bei der Ausführung gegebener Aufgaben anzustellen.[1] Man unterscheidet zwei Arten von Testbeispielen. Bei der ersten Art (kernel timing estimates) werden Standardprobleme, z.B. eine Matritzenmultiplikation oder eine Bestandsfortschreibung bei möglichst gleicher Programmierungsqualität in Assemblersprache für die verschiedenen Maschinenalternativen programmiert.[2]

Bei der zweiten Art (benchmark problems) werden Probleme bzw. Programme ausgewählt, welche die typischen Programme, die auf dem gegenwärtig installierten System gefahren werden, repräsentieren.[3] Die vorgeschlagenen Systemalternativen werden dann bezüglich Zeit und Kosten der Verarbeitung der Testprobleme verglichen. Dabei werden nicht nur die Leistungen der verschiedenen Zentraleinheiten wie bei den Kernproblemen verglichen, sondern auch die Übersetzungssoftware, wenn die Testprobleme in problemorientierter Sprache programmiert sind, und die Effizienz der Ein- und Ausgabe.

Die Ausweitung der Bewertung anhand repräsentativer Testbeispiele führt zur Simulation, die es schließlich ermöglicht, verschiedene gegenwärtigeund alternative zukünftige Nachfragen nach Informationsleistungen verschiedenen Produktionsalternativen gegenüberzustellen. Dies sei im nächsten Abschnitt untersucht.

342 Planung mit Hilfe eines Simulationsprogrammes

342.0 Ablauf

Wir wählen die Simulationstechnik allein deshalb zu einer ausführlicheren Diskussion, weil dabei Probleme und

---

1 Vgl. Sharpe (1969), S. 304 ff.
2 Mertens kennzeichnet diese als "Standardprogramme"; vgl. Mertens (1969), S. 230.
3 Vgl. auch Mertens (1969), S. 230 f und Grochla (1970), S. 23 f.

Ablauf einer Gesamtplanung außerordentlich deutlich werden. Dabei sei es gestattet, die Diskussion nicht allgemein, sondern am konkreten Fall einer für die Planung maschineller Informationsverarbeitung entwickelten Software mit dem Namen 'System and Computer Evaluation and Review Technique' (SCERT) zu führen.[1]

Der Ablauf der Planung mit Hilfe der Simulation ist wie folgt: Zuerst spezifiziert der Planer eine der zukünftigen Nachfragealternativen, anschließend eine der zur Disposition stehenden Produktionsalternativen. Das Programm simuliert dann mit Hilfe der in einer Kennzeichendatei (factor library) enthaltenen technischen und ökonomischen Daten und Relationen, die Produktion der Nachfrage - bei Optimierung von Teilbereichen - und druckt schließlich die Ergebnisse in verschiedenen Berichten und Analysen aus. Diese vergleicht der Planer i.B.a. die verschiedenen Kosten- und Leistungsvariablen und simuliert solange, bis eine vorteilhafte Kombination von Nachfrage- und Produktionsalternative bzw. von Kosten und Wert von Informationsleistungen gefunden ist. Die Diskussion wollen wir entlang dieses Ablaufs führen.

342.1 Spezifikation der Alternativen

Bei vorgeschriebener Definitionssprache wird zuerst die Nachfrage i.B.a. Dateien, Dateneinn- und Ausgaben und Anwendungsprogramme spezifiziert. Grundsätzlich können die Betriebsweisen der konventionellen Stapelverarbeitung, des Multiprogramming und der Realzeit-Verar-

---

1 Bei den folgenden Ausführungen zu SCERT stützen wie uns auf: Herman (1967), Canning (1968, Nr. 4) sowie auf die Broschüre von Comress (1969) und auf die Untersuchungen zur Planung und Bewertung von Computersystemen mit Hilfe der Simulation bei:Herman und Ihrer (1964), Ihrer (1967), Huesmann und Goldberg (1967) und Sharpe (1969), S. 292 ff. Eine Übersicht über die vorhandenen Simulationsprogramme wie SCERT, Computer-Aided System Evaluation (CASE) und System Analysis Maschine (SAM) u.a. findet sich bei Bairstow (1970).
Vgl. auch die deutschsprachigen Beiträge zur Planung von Computersystemen mit Unterstützung von Simulationsprogrammen insbes. von: Müller und Enders (1968); Weber (1968); sowie Ausführungen bei Kargel und Schaefer (1968); Mertens (1969), S. 231 f; Grochla (1970), S. 24 f.

beitung simuliert werden.[1] Bei der Stapelverarbeitung ist u.a. folgendes zu spezifizieren:

- In einem allgemeinen Überblickdiagramm die verschiedenen Programmläufe, die Kommunikation zwischen den Läufen, die zugehörigen Dateien und die Häufigkeit der Verarbeitung.
- Bei der Definition der Dateistruktur die Anzahl der Datensätze einer Datei und die Definition der Datensätze einer Datei wie Satzlänge und Variationen, Anzahl alphabetischer und numerischer Daten, Anzahl der Datenfelder, Kontrollfelder u.a.
- Bei der Definition der Index- und Speicherstrukturen, ob die Dateien für rein sequentiellen, direkten, wahlfreien oder index-sequentiellen Zugriff organisiert sind.
- Bei der Definition der Dateneingabe die Arten der Eingabe, durchschnittliche und maximale Eingabevolumina auf spezifizierte Zeitabschnitte bezogen, Zeitplan über die Verfügbarkeit der Eingabedaten.

---

1 Wir können hier nicht auf technische Einzelheiten der Betriebsweise eingehen. Eine kurze Arbeitsdefinition mag jeweils für unsere weitere Untersuchung genügen: Unter Stapelverarbeitung "versteht man das sukzessive, schubweise Arbeiten mehrerer vorliegender Programme.... Für das nachfolgende Programm stehen Zentraleinheit und Peripheriegeräte erst zur Verfügung, wenn das im 'Wartestapel' vorausgehende Programm vollkommen abgearbeitet ist." Dworatschek (1971), S. 317.
Beim Multiprogramming "werden verschiedene Programme gleichzeitig innerhalb des DV-Systems bearbeitet. Die Zentraleinheit und die Peripheriegeräte arbeiten weitgehend unabhängig voneinander. Der Datentransfer erfolgt meist über Pufferspeicher. Dadurch kann etwa die Zentraleinheit ein Programm bearbeiten, während die Ausgabeeinheit die Ergebnisse eines anderen Programmes druckt und die Eingabeeinheit Daten für ein neues Programm einliest." Dworatschek (1971), S. 320. Zu einer eingehenden Erörterung des Mehrprogrammbetriebs sei verwiesen auf zur Nieden (1971), S. 135 ff und die dort angegebene Literatur.
Ein Realzeit-Verarbeitungssystem "may be defined as one which controls an environment by receiving data, processing them, and taking action or returning results sufficiently quickly to affect the functioning of the environment at that time." Martin (1967), S. 5.
Zu einem einführenden Überblick der verschiedenen Betriebsweisen empfehlen wie Dworatschek (1971), S. 317 ff sowie Gewald und Kasper (1970). Zu einer Vertiefung insbesondere der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten beim Realzeitbetrieb vgl. Baginsky (1970) sowie Graef, Greiller und Hecht (1970).

- Bei der Definition der Datenausgabe die Art der Berichte und anderer Ausgaben i.B.a. Formatierung, Druckaufbereitung und Zeitplan, wann sie verfügbar sein sollen.
- Spezifizierung der Verarbeitungsverrichtungen bei Datenerfassung, Datenspeicherung und -verwaltung, Sortierungs-, Berechnungs- und ähnlicher Verrichtungen und der Erstellung der Datenausgabe.

Für die Realzeit-Verarbeitung ist zusätzlich zu spezifizieren:[1]

- Arten der Realzeit-Ereignisse, Volumen und Ankunftszeiten jeder Ereignisart je Zeitperiode und je Terminal, innerhalb einer Zeitperiode auch zufällige Ankunftszeiten.
- Definition der Ausgaben, ihre Verteilung und ihr Volumen.
- Allgemeine Verarbeitungslogik für jede Ereignisart, Datenerfassungskontrolle, Speicherzugriff, Speicherung der Datensätze, Auswahl und Verarbeitungen, Vorbereitung und Übertragung der Datenausgaben.

Zur Beschreibung einer Produktionsalternative gibt der Disponent Art, Anzahl und Modell-Nr. der Komponenten einer Computerkonfiguration an, so z.B.: IBM System 360/40 mit zwei Bandgeräten, zwei Speichergeräten mit wahlweisem Zugriff, einem Kartenleser, einem Drucker und einer Steuerpult-Schreibmaschine. Außerdem spezifiziert er die allgemeine Software z.B. IBM-System 360/Betriebssystem, 360/COBOL Compiler u.a. Alle anderen technischen Spezifikationen, die Leistungs- und Kostendaten, z.B. Anschaffungspreis und Monatsmiete, sind in der Kennzeichendatei des Simulationsprogrammes gespeichert.

Bei SCERT enthält die Kennzeichendatei in über 10.000 Datensätzen diese Daten über Hard- und Software. So kann ein Datensatz bei einer Satzlänge von 250 bis 5.000 Zeichen zwischen 500 bis 700 Kennzeichen eines Aggregates enthalten.[2] Diese Datei wird fortlaufend erweitert und

1 Vgl. Canning (1968, Nr. 4), S. 10.
2 Vgl. ebenda, S. 6.

modifiziert bei Einführung neuer und Veränderungen bestehender Hard- und Software, wobei das Schwergewicht entsprechend dem Trend bei der maschinellen Datenverarbeitung auf der Software liegt.

Wird bei der Planung auch die Realzeit-Verarbeitung berücksichtigt, kann SCERT die verschiedensten mit der Zentraleinheit verbundenen Kontrolleinheiten und mehrere hundert Terminals verschiedener Arten, die jeweils an die Kontrolleinheiten angeschlossen sind, simulieren. Dabei muß der Planer folgende Variable selbst spezifizieren: Geschwindigkeit jedes geplanten Terminaltyps, die Geschwindigkeit der Übertragungsleitungen zwischen Terminals und Steuerungseinheiten, die Verrichtungen der Steuerungseinheit und die Geschwindigkeit der Leitung zwischen Steuerungs- und Zentraleinheit.

Die Unabhängigkeit der Spezifizierung der Nachfrage- und Produktionsalternativen hat den Vorteil, daß eine Beschreibung geändert werden kann, ohne daß notwendigerweise die andere geändert werden muß.

342.2 Simulationsphasen

Die verschiedenen Teile des Simulationsprogrammes führen die notwendigen Verarbeitungsschritte von der Annahme der Eingabespezifikationen bis zum Ausdrucken der Berichte und Analysen in fünf Phasen aus.[1] Die Spezifikationen der Nachfrage sind die Eingabedaten für die erste Phase. Diese entwickelt das Modell der Anforderungen und Anwendungen und gibt es weiter zur dritten Phase. Die Eingabedaten der zweiten Phase sind die Spezifikationen der Hardware und Software durch den Planer und die Kennzeichendatei der Simulationssoftware. Das Ergebnis der zweiten Phase ist ein Modell der Hardware/Soft-

1 Vgl. Canning (1968, Nr. 4), S. 7.

ware-Konfiguration, das an die dritte Phase weitergegeben wird.

In der dritten Phase werden die Modelle der beiden ersten Phasen, also Nachfrage- und Produktionsalternative, vereinigt. Es werden vergröberte Verarbeitungszeiten ohne Berücksichtigung möglicher gleichzeitiger Verrichtung, Real-Time-Verarbeitung oder Multiprogramming errechnet. In dieser Phase werden die Dateistrukturen entwickelt, periphere Geräte den Eingabe-/Ausgabekanälen zugeordnet, die Programmgrößen errechnet, sowie Speicheranforderungen und Rüstzeiten bestimmt. Für einige dieser Bereiche kann der Planer bei SCERT Algorithmen zu ihrer Optimierung benutzen, z.B. bei der Blockbildung von Datensätzen auf Magnetbändern und in Massenspeichern oder der Zuordnung peripherer Geräte zu Datenkanälen.

Die vierte Phase ist die eigentliche Simulation. Sie wird in drei Stufen ausgeführt. Die erste Stufe wird bei allen Simulationen ausgeführt.Sie berechnet Laufzeiten unter Berücksichtigung gleichzeitiger Verrichtungen, die die Hardware ermöglicht.

In der zweiten Stufe wird die Realzeit-Verarbeitung simuliert.[1] Dazu bestimmt SCERT fünf Arten von Warteschlangen: bei Zentraleinheit, Massenspeichern, peripheren Geräten, Terminals und bei der Ausgabe an die Übertragungsleitungen. Algorithmen der Warteschlangentheorie und statistische Verfahren werden benutzt[2], um durchschnittliche und maximale Längern dieser Warteschlangen unter Berücksichtigung der spezifizierten Belastungen und der Bearbeitungszeiten für die Ereignisse zu berechnen. Anhand dieser Ergebnisse werden u.a. die Gesamtwartezeiten und Gesamtrechenzeiten je Ereignisart ermittelt.

---

1 Zu einer allgemeinen Beurteilung der Simulationstechnik bei Realzeit-Systemen vgl. Martin (1967), S. 346 ff.

2 Zu den umfangreichen Anwendungsberechnungen der Wahrscheinlichkeits- und Warteschlangentheorie siehe insbes. Martin (1967), Kapitel 26.

In der dritten Stufe wird das Multiprogramming, soweit die spezifizierte Computerkonfiguration in dieser Betriebsweise arbeiten kann, simuliert. Das Ziel der Simulation ist hier, die gegenseitigen Beeinflussungen, Unterbrechungen und Verzögerungszeiten, die wegen des Multiprogramming eintreten, zu bestimmen; z.B. werden die notwendigen Umschaltzeiten der Zentraleinheit zwischen den verschiedenen Aufgaben berücksichtigt. In die Berechnung der Umschaltzeit gehen technische Kennzeichen der Hard- und Software, der Such- und Zugriffszeiten zu Segmenten der Anwendungsprogramme und andere Variable ein.

In der Analyse werden die Speicheranforderungen für die individuellen Anwendungsprogramme sowie für die allgemeinen Softwareprogramme entwickelt, ebenso die Anforderungen an die dynamische Zuordnung der peripheren Geräte. Der Ergebnisbericht über diese Analyse führt alle die Programme auf, die parallel in einer Zeitperiode gefahren werden müssen, um den Durchlauf zu maximieren.

Die Resultate der Berechnungen in den vorhergegangenen vier Phasen werden gesammelt und in der fünften Phase zu Ergebnisberichten aufbereitet und ausgedruckt.

342.3 Simulationsergebnisse

Die Ergebnisse der Simulation dienen dem Disponenten zur Spezifizierung weiterer Anwendungs- und/oder Produktionsalternativen bis zur endgültigen Kombinationsentscheidung. Die Ergebnisse werden in Berichten ausgedruckt. Bei SCERT sind es 16 oder mehr Ergebnisberichte je nach Umfang der zu simulierenden Alternativen.[1]

Zunächst kann der Disponent sich die Anwendungsalternative in einer zu Diagrammen aufbereiteten Form zur Dokumentation ausdrucken lassen. Für jeden Programmlauf werden Eingabedateien, Programmverrichtungen und Aus-

1 Vgl. Comress (1969).

gabedateien beschrieben. Am wichtigsten ist dabei die Spezifizierung der erforderlichen Verarbeitungsverrichtungen der Zentraleinheit nach Volumen und Ausführungshäufigkeit. Die Verrichtungen werden in für alle Hardware gemeinsamen Grundoperationen gegliedert wie Addition/Subtraktion, Multiplikation/Division, Matrix-Berechnungen, Vergleichs-, Übertragungs-, Aufbereitungsoperationen u.a. und die entsprechenden Dateien, Satzfelder, Satzlängen und Verrichtungshäufigkeiten spezifiziert.

Die nächsten zwei Ergebnisberichte beschreiben die Produktionsalternative. Im ersten werden die Hauptkomponenten der Konfiguration nach Art, Hersteller, Modell-Nr., Anzahl, Kosten, Raum-, Energie- u.a. Erfordernissen gelistet. Dabei sind die kleineren z.B.Kontrollgeräte den zugehörigen Hauptkomponenten zugerechnet. Der zweite Bericht gibt eine erste Kostenübersicht.

Für jede Hauptkomponente wird angezeigt:
- die ermittelten Nutzungszeiten je Monat,
- monatliche Mietkosten,
- Mehrkosten bei Nutzungszeiten, die über die vom Hersteller festgelegten - meist 176 Stunden je Monat - hinausgehen,
- Anschaffungs- und Instandhaltungskosten,
- Gesamtkosten jeder Komponente einschließlich, soweit vom Disponenten gewünscht, der von ihm spezifizierten Zinskosten und schließlich
- für jede Komponente und für die gesamte Konfiguration den Monat ihrer Nutzungsdauer (break-even Monat), von dem ab der Kauf vorteilhafter als ein Mietvertrag wird.[1]

Alle weiteren Berichte zeigen die Ergebnisse der simulierten Kombination von Nachfrage- und Konfigurationsalternative und zwar getrennt für stapelweise, Real-Time und Multiprogramming-Verarbeitung.

Bei der Stapelverarbeitung sind es vier Berichte. Der erste gibt die Ausnutzung der Zentraleinheit an, indem

1 Zu einigen Sonderproblemen, ob Kauf, Miete oder Leasing bei EDV-Anlagen vgl. Marwedel (1970).

er die Lauf-, Rüst- und Gesamtzeiten sowie die Speicheranforderungen für jeden Programmlauf tabelliert. Im zweiten Bericht werden jeweils die Zeiten der Programme, die täglich, wöchentlich, monatlich, vierteljährlich und jährlich gefahren werden, summiert, um nach deren Verteilung die durchschnittlichen täglichen, wöchentlichen und monatlichen Laufzeiten der Zentraleinheit anzugeben. Im dritten Bericht werden für jeden Programmlauf und für alle Läufe zusammen die Zeiten der hauptsächlichen Verrichtungen in Stunden pro Monat angegeben. Daran kann der Disponent erkennen, wie die Produktionsleistung, z.B. durch Einsatz schnellerer Speichergeräte mit direktem Zugriff, verbessert werden könnte.

Der vierte ist der umfangreichste aller Berichte. Für jeden Programmlauf wird ein Berichtsblatt erstellt, das die vielen Variablen angibt, die zur Berechnung der Laufzeiten, der Speicher- und Programmierungsanforderungen notwendig sind. Hier werden die optimalen Datensatzblöcke, die optimale Zuordnung der Dateien zu peripheren Geräten und Kanälen, Verarbeitungs-, Ein-/Ausgabe-, Rüstzeiten u.s.w. für jedes Programm ermittelt und ausgedruckt.

Bei Realzeit-Verarbeitung werden vier Ergebnisberichte erstellt. Der erste gibt die Gesamtverarbeitungszeiten innerhalb der simulierten Zeitperiode für jedes Realzeit-Ereignis an. Hier erkennt man, welche Ereignisarten die meiste Zeit beanspruchen. Der zweite Bericht zeigt den Hardware-Ausnutzungsgrad bei der Zentraleinheit, dem Massenspeicher und dem Übertragungsnetz und die durchschnittlichen und maximalen erwarteten Längen der verschiedenen Warteschlangen. Der dritte und wichtigste Bericht zeigt die Antwortzeiten des Systems für jede Art der simulierten Zufalls-Realzeit-Ereignisse. Für drei Punkte der Häufigkeitsverteilung: für 50 % als dem erwarteten oder durchschnittlichen Fall, für 95 % und für 99 % als dem schlimmsten Fall werden die Antwortzeiten ausgedruckt. Kommerzielle Realzeit-Systeme sind oft

für den 50 %-Fall geplant.[1]

Der vierte Bericht listet für jeden Typ der Realzeit-Ereignisse die Anforderungen an den Interspeicher. Alle Ergebnisberichte zusammen geben ein umfassendes Bild des erwarteten Verhaltens des spezifizierten Realzeit-Systems.[2]

Kann die spezifizierte Konfiguration in der Multiprogramming-Betriebsweise arbeiten, so wird die Abarbeitung der Programme aufgrund einer Vielzahl von Variablen wie der zu einem Zeitpunkt verfügbaren Speicherkapazitäten und peripheren Geräte, sowie der Beschränkungen des Betriebssystems geplant. Der erste Bericht über die Simulationsergebnisse zeigt detailliert für mehrere Zeitperioden, welche Programme im Internspeicher residieren, den Ausnutzungsgrad der Zentraleinheit und welcher Faktor, z.B. die Speicherkapazität, die Verarbeitung zu welchem Zeitpunkt limitiert.

Ein zweiter Bericht zeigt die Durchlaufzeiten für jedes Programm und ein dritter liefert eine Übersicht über die Hardware-Ausnutzung für alle simulierten Zeitperioden. Anhand dieser Ergebnisse vermag der Disponent zu erkennen, wo zusätzliche Kapazitäten die Durchlaufzeiten erheblich verkürzen können bzw. wo die Konfiguration zu große Kapazitäten für die spezifizierte Arbeitsbelastung aufweist.

Zum Schluß wird über die Ergebnisse bezüglich der erforderlichen Programmierung berichtet. Für jedes Anwendungsprogramm wird die Anzahl der Programminstruktionen ermittelt. Von dieser werden die Instruktionen abgezogen, die durch Einsatz allgemeiner Routinen und Dienstprogramme der Hersteller wie mathematische Subroutinen, Sortierungsprogramme u.a. gespart werden können. Auf der Grundlage der verbleibenden Programmgrößen, der jeweils benutzten Programmiersprachen und der Expertise

---

1 Vgl. Comress (1969), S. 10.
2 Vgl. Canning (1968, Nr. 4), S. 9.

sowie der Gehaltsstufen der verfügbaren Programmierer - letztere muß der Disponent spezifizieren - schätzt das Simulationsprogramm für jedes Anwendungsprogramm die Kosten und die Entwicklung in Mann-Monaten. Die Schätzungen von Leistungen individueller Programmierer sind natürlich anderer Art als die vorhergehenden Leistungsberechnungen elektronischer Aggregate. Jedoch verdienen sie Beachtung als Orientierungshilfe bei der Planung neuer Programmsysteme, bei dem Vergleich der Programmierung in alternativen Programmiersprachen und bei der Abschätzung von Zeit und Kosten der Umprogrammierung bei einem Wechsel des Computersystems.

ZWEITER TEIL

KONTROLLE UND PRÜFUNG

4 Interne Kontrollen bei maschineller Informationsproduktion

40 Das Problem

Im I. Teil untersuchten wir eine sinnvoll abgeleitete und praktikable Planung in den Bereichen der Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Verarbeitung. Bei dieser Diskussion sparten wir bewußt den Problemkreis: Kontrollen maschineller Informationsproduktion und ihre Prüfung aus. Wir erwähnten ihn zwar an vielen Stellen, an denen er Eingang in die Planungsüberlegungen findet, stellten aber seine Behandlung bis zum II. Teil zurück.

Gerade der gesetzliche Abschlußprüfer steht bei komplexen Computersystemen oft vor erheblichen prüfungstechnischen Problemen, insbesondere bei der Nachprüfung des lückenlosen Zusammenhangs zwischen Geschäftsvorfällen und Jahresabschluß.Denn:"Die Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung verlangen den Nachweis des lückenlosen Zusammenhanges zwischen sämtlichen zeitnah aufgezeichneten buchungspflichtigen Geschäftsvorfällen und dem ordnungsmäßigen Jahresabschluß".[1] Die Forderung bedeutet, "daß die Bearbeitung des Buchungsstoffes nach für den außenstehenden Fachmann verständlichen und erkennbaren Regeln vorzunehmen ist und daß der Zusammenhang vom Geschäftsvorfall zum Jahresabschluß und umgekehrt in zumutbarer Zeit verfolgt werden kann."[2] Im anglo-amerikanischen Prüfungswesen wird in diesem Zusammenhang der Begriff 'audit trail' verwendet.[3]

Bei vielen Computersystemen hat sich der Nachweis des lückenlosen Zusammenhanges bzw. der 'audit trail' bedeutend verändert."The first attribute of an electronic data processing system that the auditor faces is the changed nature of the audit trail."[4] Sind Fern-Terminals zum direkten Erfassen von Geschäftsvorfällen - z.B. im Verkauf oder

---

1 Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme (1966), S. 341.
2 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 869.
3 Der Begriff wird wie folgt definiert: "...'audit trail' refers to that group of documents, journals, worksheets and final ledger postings that make it possible for the auditor to observe a summarized total, such as accounts receivable, and working backwards (and forwards) to determine wether the summarized total accurately reflects the transactions engaged in by the business enterprise." Woods (1961), S. 29 f. Der so definierte "audit trail is essential to the auditor in tracing the systematic flow of data within a company." Porter (1968), S. 3. In seiner Studie für das AICPA äußert sich Davis zu dem Begriff:"Perhaps a better term would be 'management trail or inquiry trail' because management almost always makes more use of trails in the normal operation of the business than the auditor does in his examination." Davis (1968), S. 117 f.; vgl. auch die Ausführungen zum "Prüfungspfad" bei Will (1970), S. 298 f.
4 Boni (1963), S. 39.

im Lagerwesen - eingesetzt, werden oft Ursprungsbelege weder handschriftlich noch durch einen Drucker erstellt und nur die Eingabe protokolliert. Sind Dateien auf Speichern mit wahlweisem Zugriff aufgezeichnet, so wird oft der historische Wert eines Datenfeldes durch den neu eingegebenen Wert ersetzt. Dann stellt sich das Problem der Kontrolle und der Speicherung vergangener Generationen von Geschäftsvorfällen. Schließlich sind die meisten Dateien auf magnetischen Medien in codierter Form gespeichert und oft nur mit Hilfe umfangreicher Indexstrukturen und automatischer Datenbankverwaltungsprogrammen zu erhalten.

Für den Zugriff und die Druckaufbereitung von Daten zur Prüfung des lückenlosen Zusammenhanges muß sich der Prüfer dann des Computers bedienen. Diese u. a. Sachverhalte bedingen eine entsprechende Anpassung der Prüfungstechniken.[1]

41 Begriff und Bedeutung des internen Kontrollsystems

Das amerikanische Institut der Wirtschaftsprüfer definiert den Begriff 'Internal Control System' wie folgt:

> "Internal Control comprises the plan of organization and all of the coordinate measures adopted within a business to safeguard its assets, check the accuracy and liability of its accounting data, promote operational efficiency, and encourage adherence to prescribed managerial policies. This definition ... recognizes that a 'system' of internal control extends beyond those matters which relate directly to the functions of the accounting and financial departments."[2]

---

1 Zu einer allgemeinen Diskussion der Auswirkungen der automatischen Datenverarbeitung auf das wirtschaftliche Prüfungswesen vgl. für die nordamerikanische Prüfungspraxis die Monographien von: Boutell (1966), Kapitel IV: Auditing in a Changing Environment; die für das AICPA erstellte Auftragsstudie von Davis (1968); weiterhin Kaufman (1961), Brown (1968), Porter (1968); zu dem unseres Wissens ersten Aufsatz über den Einfluß der EDV auf das Rechnungswesen vgl. Matz (1946). Für das angelsächsische Prüfungswesen vgl. die Studie von Pinkney (1968). Für das deutsche Prüfungswesen sei pars pro toto nur auf die Ausführungen von Minz im Abschn. VI: Prüfungstechnik des WP-Handbuches auf den S. 861 ff. verwiesen.

2 AICPA (1963), S. 27.

Nach dieser Fassung des Begriffs 'Internal Control System' bezeichnet man mit 'Internes Überwachungssystem' das gesamte System, "dessen sich die Unternehmensleitung zur innerbetrieblichen Überwachung der Unternehmung bedient. Einer Übersetzung von internal control system in Internes Überwachungssystem ist deshalb zuzustimmen."[1] Mit 'Internes Kontrollsystem' als einem der "Mittel der Überwachung der Unternehmung durch die Unternehmensleitung"[2] bezeichnet U. Leffson

> "ausschließlich die Gesamtheit aller jener in betriebliche Prozesse eingebauten Überwachungsmethoden und -verfahren, die das Vermögen der Unternehmung sichern und die Richtigkeit und Zuverlässigkeit des Rechnungswesens garantieren sollen."[3]

Diese Begriffsfassung des internen Kontrollsystems deckt sich im wesentlichen mit dem heute in der amerikanischen Berufsübung verwendeten Begriff der 'accounting controls'[4], die zusammen mit den 'administrative controls' das internal control system bilden.[5] Dabei gilt für den gesetzlichen Ab-

---

1 Leffson (1969), S. 392.
2 Ebenda, S. 390.
3 Ebenda, S. 391.
4 Ebenda, S. 391.
5 Das AICPA umschreibt diese Aufteilung wie folgt:
"a. Accounting controls comprise the plan of organization and all methods and procedures that are concerned mainly with, and relate directly to, safeguarding of assets and the reliability of the financial records...
b. Administrative controls comprise the plan of organization and all methods and procedures that are concerned mainly with operational efficiency and adherence to managerial policies and usually relate only indirectly to the financial records."
AICPA (1963), S. 28.
Vor diesem Hintergrund , der schon seit mindestens 1963 üblichen Begriffsverwendung im amerikanischen Prüfungswesen erscheint die Aussage von H. Rölle in 1971 unverständlich:" In der amerikanischen Literatur wird internal control in die drei Teilbereiche (1) internal accounting control, (2) internal administrative control und (3) internal check untergliedert." Rölle (1971), S. 49. Dabei beruft der Autor sich auf Spieth (1962), S. 22 - es muß wohl S. 31 f. heißen - , der bei seinen kurzen Ausführungen hierzu jedoch deutlich betont: "Die Ausführungen basieren auf Montgomery's Auditing, S. 54 ff. und 639 ff." Spieth (1962), S. 31, Fußnote 60. Dabei handelt es sich um die 8. Auflage des Prüfungshandbuchs: Montgomery's Auditing aus 1957. Zu dieser Zeit wurde im amerikanischen Schrifttum noch der Begriff Internal Check verwendet und zwar für den engen Bereich der Maßnahmen, "die der Sicherung des Vermögens vor Schäden durch Fehler und Unterschlagung dienen." Leffson (1969), S. 391.

schlußprüfer: "The independent auditor is primarily concerned with the accounting controls."[1] Im Fachgutachten Nr. 1/67 geht das Institut der Wirtschaftsprüfer von der gleichen Begriffsverwendung des internen Kontrollsystems aus und betont:

> "Das interne Kontrollsystem reicht in seiner Auswirkung über den Rahmen des Rechnungswesens hinaus. Der Abschlußprüfer ist vornehmlich mit den Kontrollregelungen des Rechnungswesens befaßt".[2]

In den USA ist durch den 'Second Standard of Field Work'[3] die Prüfung des internen Kontrollsystems obligatorisch. Das Fachgutachten Nr. 1/67 sagt dazu:

> "Der Abschlußprüfer soll sich daher einen Überblick über die Art und Wirksamkeit des bestehenden internen Kontrollsystems, soweit es der Sicherung einer ordnungsmäßigen Rechnungslegung dient, verschaffen."[4]

Der Einsatz von Computern ändert nichts an dieser Prüfungspflicht. Im Gegenteil wird die Bedeutung der Prüfung des internen Kontrollsystems immer wichtiger:

> "It appears that increased emphasis must be given in the review of internal control to ascertain that it is effective. The need for this emphasis has been brought about by the centralization and the concentration of data processing in an EDP system and the appearance of new controls that must be evaluted."[5]

Um an die bisherigen Untersuchungsergebnisse direkt anknüpfen zu können, gliedern wir die Diskussion des Kontrollproblems entsprechend der im II. Teil

---

1) AICPA (1963), S. 32.

2) FG Nr. 1/67 (1967), Abschn. C.V., Anm. 1.

3) Der 'Second standard of field work' lautet:
"There is to be a proper study and evaluation of the existing internal control as a basis for reliance thereon and for the determination of the resultant extent of tests to which auditing procedures are to be restricted."
AICPA (1963), S. 16.

4) FG Nr. 1/67 (1967), Abschn. C.V.

5) Davis (1968), S. 3; vgl. auch Davis (1968 a), S. 45.

herausgearbeiteten Informationshandlungen und zwar in: Interne Kontrollen bei der Erfassung, der Verarbeitung, der Kommunikation und der Speicherung.

42 Interne Kontrollen bei der Erfassung

420 Organisatorische Kontrollen

Die Kontrolle der Datenerfassung ist aus zwei Gründen besonders wichtig. Einmal ist wegen des vorherrschenden Einsatzes von menschlichen Bedienungskräften bei der Datenerfassung die Fehlerrate besonders hoch; zum anderen werden die Möglichkeiten der Fehlerentdeckung und der Korrektur immer geringer und kostspieliger, wenn fehlerhaft und unvollständig erfaßte Datensätze verarbeitet, übertragen und gespeichert werden.

Bei den organisatorischen Kontrollen als Teil des internen Kontrollsystems sind zuerst die "Regelungen, die eine angemessene Aufteilung von Funktionen und Verantwortungsbereichen vorsehen",[1] zu untersuchen. Bei der manuellen Bearbeitung von Geschäftsvorfällen wird der Grundsatz der Funktionstrennung durch die Abfolge getrennter Bearbeitungsschritte erfüllt und zwar durch verschiedene Mitarbeiter oft unterschiedlicher Abteilungen, wobei nachfolgende oft zwangsläufig die Fehler vorhergehender Bearbeitungen aufdecken. So erfordert die typische Behandlung eines Kundenauftrages so verschiedene Bearbeitungsschritte wie Kreditprüfung, Lagerabrechnungen, Rechnungserstellung, Rechnungsprüfung, Buchungen auf Forderungs-, Erlös- und anderen Konten, Verkaufsstatistiken u.a.

Werden die einzelnen Bearbeitungsschritte durch den Einsatz von Computersystemen automatisiert und integriert, so fällt einmal die Trennung zwischen Daten der Geschäftsbuchhaltung und den anderen Daten und zum zweiten ein Teil

---

1 FG Nr. 1/67 (1967), Abschn. C.V., Anm. 1 a).

der traditionellen Funktionstrennung fort. Da viele Bearbeitungsschritte in dem Verantwortungsbereich der EDV-Abteilung konzentriert werden, müssen innerhalb der EDV-Abteilung neue Regelungen zur Funktionstrennung eingerichtet werden.

Die Funktion der Datenerfassung muß von derjenigen der Programmierung, der Computerbedienung und der Speicherung von Dateien und Programmen getrennt sein. Denn sind in den Programmen Routinen zur Kontrolle der Richtigkeit und der Vollständigkeit eingegebener Daten eingeführt, dann muß den Mitarbeitern in der Datenerfassung die Möglichkeit zu Programmänderungen verwehrt sein.

Grundsätzlich muß durch organisatorische Kontrollen sichergestellt werden, "daß nur solche Daten eingegeben und verarbeitet werden, deren Eingabe von den verantwortlichen Stellen veranlaßt wurde,"[1] Eine einfache aber kostspielige Kontrolle der Datenumwandlung[2] auf maschinenlesbare Medien ist ihre Wiederholung mit anschließendem Vergleich. Insbesondere bei Kartenlochern und -prüfern und bei Tastatur-Magnetband/-platte-Geräten wird durch Vergleich der ersten und zweiten Umwandlungsergebnisse die Fehlerrate gesenkt. Für die erste Umwandlung und die Prüfaufgabe sollten verschiedene Mitarbeiter eingesetzt werden. Auf die verschiedenen Alternativen zur Verminderung dieser Prüfkosten, z. B. durch Stichproben, haben wir oben hingewiesen.[3]

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 875; vgl. auch Canadian Institute (1970), S. 81 f.
2 Es sei auf die Erörterung der Datenumwandlung als einer Produktionsverrichtung innerhalb der Datenerfassung in Abschn. 310 verwiesen. Zu den Kontrollen bei der Datenumwandlung vgl. Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme (1966), S. 346 f.; Davis (1968), S. 60 ff.; Pinkney (1968), S. 68 f.; Canadian Institute (1970), S. 73 ff.
3 Siehe Abschn. 310

Der Abschlußprüfer wird sich schließlich in diesem Zusammenhang dafür interessieren, in welchem Ausmaß die buchungspflichtigen Geschäftsvorfälle durch Duplizierung bei der Datenerfassung geprüft worden sind und, soweit festgestellt, wie hoch die Fehlerquoten bei der Datenerfassung sind.

421 Programmierte Kontrollen

421.0 Definition

Verrichtungen während der Datenerfassung werden kontrolliert mit dem Ziel, daß die zur Verarbeitung übermittelten Daten richtig und vollständig sind. Dabei ist der Computer dem Menschen gegenüber im Vorteil und zwar wegen seiner Fähigkeit, Datenelemente - Zeichen, Datenfelder, Datensätze - und ihre Gruppierungen nach vorgegebenen, d.h. programmierten Kriterien mit elektronischer Geschwindigkeit und nahezu vollständiger Sicherheit zu prüfen. Diese Prüfung bzw. Redigierung (editing) ist meist eine binäre Entscheidungsregel:

	Entscheidungsregeln	
	α_1	α_2
Richtigkeits- und/oder Vollständigkeitskriterium erfüllt?	JA	NEIN
Aktion	Annahme, damit Zulassung zur Verarbeitung	Ablehnung, damit Ausdrucken der Fehler zur externen Korrektur oder programmierte Korrektur

Abb. 4-1 :Programmierte Kontrollregeln

Diese Entscheidungsregeln werden als Instruktionen in Computerprogramme eingebaut; sie werden programmiert - deswegen der Name 'programmierte Kontrollen'.[1]

1 Vgl. Porter (1968), S. 18.

"Die Programmsteuerung bringt eine Zwangsläufigkeit und Ablaufsicherheit in das formale Kontrollsystem, welche bei manuellen oder mechanisierten Datenverarbeitungsprozessen nicht möglich war."[1]

"Programmierte Kontrollen sind Programmbestandteile."[2]
Sie sind eingefügt:
- meist in den ersten Teil des Anwendungsprogrammes,
- teilweise in das Betriebssystem,
- selten in die Software der Erfassungsgeräte,
- teilweise in allgemeine Softwarepakete wie Datenbankverwaltungssysteme oder Kommunikationssteuerungsprogramme oder
- bei großer Datenmenge und komplexen Kontrollinstruktionen werden alle programmierten Kontrollbefehle in einem separaten Redigierungsprogramm zusammengefaßt.

Im letzten Fall werden die Datensätze nach der Erfassungsphase erst weiterverarbeitet, z.B. die Forderungsdatei mit den letzten Geschäftsvorfällen auf den neuesten Stand gebracht, wenn sie durch einen Lauf des Redigierungsprogrammes kontrolliert worden sind.

Für den Prüfer ist das Wissen um die programmierten Kontrollen, die ihm zum Teil schon von den manuellen Systemen her bekannt sind, wichtig, um beurteilen zu können,
- ob und wie sie im Unternehmen angewendet werden,
- welchen Einfluß sie auf die Ordnungsmäßigkeit der Buchführung haben und
- inwieweit Art und Umfang seiner Prüfungshandlungen betroffen werden.

---

1 Rölle (1971), S. 57.
2 IBM (1967), S. 31.

Wir unterscheiden die programmierten Kontrollen im Erfassungsbereich entsprechend dem Kontrollobjekt in Zeichenkontrollen, Datenfeldkontrollen sowie Kontrollen von Datensätzen und Datensatzstapeln.[1]

42.1 Zeichenkontrollen

Es gibt alphabetische, numerische und symbolische Zeichen. Innerhalb einer Zeichengruppe können Einzelzeichen daraufhin geprüft werden, ob die durch die Datei- und Datensatzbeschreibung vorgegebene Soll-Zeichenart innerhalb einer Zeichengruppe eingehalten ist.

So werden numerisch angelegte Datenfelder darauf getestet, ob alphabetische Zeichen darin tatsächlich nicht vorkommen. Gerade beim Ablochen ist der Fehler häufig, daß Felder verwechselt werden, z.B. ein Stückzahl-Feld mit einem Produktionsbezeichnungs-Feld. Sollen dann mathematische Operationen an dem fehlerhaften Feld ausgeführt werden, so werden manche Computer wegen ihrer internen Byte-Abspeicherung stoppen und den Fehler anzeigen. Hier wird schon aus ökonomischen Gründen, nämlich um die Leerzeiten des Computersystems zu minimieren, eine Zeichenkontrolle durch ein Redigierungsprogramm vorgeschaltet.

Zweitens kann man je nach Bedeutung der alphabetisch angelegten Datenfelder diese auf ausschließliches Vorkommen alphabetischer Zeichen testen. Drittens werden

---

1 Zu weiteren allgemeinen Ausführungen über programmierte Kontrollen vgl. Brown (1968), S. 76 ff; Porter (1968), S. 17 ff; ebenso Porter (1965) und Porter (1964); Davis (1968), S. 64 ff; Canadian Institute (1970), S. 71 ff; Hundegger (1962), S. 121 ff; zu einer frühen, umfassenden Untersuchung über "Die Kontrollmöglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung" vgl. Ziegler (1965), Abschn. B. III; Fachausschuß für moderne Abrechnungsverfahren (1966), S. 350; IdW, WP-Handbuch (1968), S. 877 ff; Lindemann und Nagel (1968), Abschn. 24; Kölbel und Krachacz (1969), S. 321 ff; Helwig (1971), S. 107 ff; Vieweg (1972), S. 78 ff.

oft Felder, die Leerzeichen enthalten sollen,durch eine Gleichheitsbedingung abgefragt, ob die Sollzahl vorhanden ist. Sollen z.B. die Lochkarten zur Verbuchung einer bestimmten Art von Geschäftsvorfällen in den Spalten:35-37 Leerzeichen enthalten, so kann der oft vorkommende Ablochfehler des Spaltenverrutschens entdeckt werden.

421.2 Datenfeldkontrollen

Datenfeldkontrollen testen den Inhalt von Feldern innerhalb von Datensätzen, und zwar:

(1) Grenzkontrolle
(2) Plausibilitätskontrolle
(3) Konsistenzkontrolle
(4) Bereichskontrolle
(5) Code-Test
(6) Sortierkontrolle
(7) Vollständigkeitskontrolle
(8) Selbstprüfende Zahlen.

Ad (1): "Grenzprüfungen sollen feststellen, ob die Eingabedaten innerhalb der im Programm fixierten Grenzen liegen. Die möglichen Eingabewerte können entweder nur nach unten, nur nach oben oder nach oben und unten limitiert werden."[1] Z.B. kann man Obergrenzen für die Lohnabrechnung, Untergrenzen für die Zeitabrechnungen und eine

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 878.
Die Literatur spricht zwar meist von der Gesamtheit der programmierten Kontrolle, bei einzelnen Methoden aber uneinheitlich von Prüfungen. Da alle programmierten Kontrollen fest und eindeutig in die Verarbeitungslogik und die Programmabarbeitung eingebaut sind, sollte man folgerichtig und im Anschluß an U. Leffson bei diesem Sachverhalt immer von Kontrollen sprechen. Denn Kontrollen sind "Überwachungsmethoden betrieblicher Vorgänge, die Bestandteil betrieblicher Prozesse sind und dazu dienen, Fehler zu verhindern, aufzudecken und gegebenenfalls zu beseitigen."(Leffson (1969), S. 390).

Die programmierten Kontrollen sind geradezu ein 'Paradebeispiel' für die allgemeine Reglerfunktion der Kontrolle. Denn die zahlreichen Methoden der Programmierung von kontrollierenden Subroutinen tragen entscheidend dazu bei, "den geplanten Ablauf der betrieblichen Prozesse zu sichern und gegebenenfalls regelnd in den Prozeß einzugreifen." U. Leffson (1969), S. 390.

Bandbreite für Bestellmengen vorherbestimmen, die Entscheidungsregel programmieren und die erfaßten Daten auf Grenzüberschreitungen kontrollieren. Das Problem liegt in der Bestimmung der Grenzen. Zum einen darf der Test nicht zu viele Datenfelder als fehlerhaft anzeigen, die sich bei externer Nachprüfung doch als richtig herausstellen, zum anderen darf bei zu weit gezogenen Grenzen die Quote der unentdeckten Fehler nicht zu hoch sein und eine Verschwendung von Computerzeit darstellen.

Ad (2): Plausibilitätskontrollen sind programmierte Urteile über die Plausibilität von Werten in Datenfeldern. Man kann manchmal auch von einer verfeinerten Grenzkontrolle sprechen.

Ad (3): Der Konsistenzkontrolle unterliegen Werte von zwei oder mehr Datenfeldern, die in logischer Beziehung zueinander stehen. Das Programm kann Anweisungen enthalten, um die logischen Beziehungen abzufragen und falsche Kombinationen von Datenfeldwerten abzulehnen, obwohl die individuellen Werte akzeptiert worden sind.[1] Werden bei der Ausgangsrechnungserstellung Rabattstaffeln nach Bezirk, Produktart und Menge angewendet, so kann bei der Rechnungsprüfung durch programmiertes Abfragen der drei entsprechenden Datenfelder und Vergleichen mit einer Rabattliste die Konsistenz und damit Richtigkeit des Rabattbetrages kontrolliert werden.

Ad (4): Bereichskontrollen haben das Ziel, Abweichungen zwischen einer vorgegebenen, meist in Form einer Tabelle abgespeicherten Soll-Feldwertmenge und einem erfaßten und dann der Bereichskontrolle vorgelegten Ist-Feldwert festzustellen. Eine Soll-Feldwertmenge könnte z. B. die Namen oder Kundennummer aller Kunden mit verabredeten Sonderkonditionen enthalten. Wenn bei Erstellen der Ausgangs-

1 Vgl. Porter (1968), S. 18.

rechnungen ein Istwert mit den Sollwerten nicht übereinstimmt, wird der Fehler zur externen Nachprüfung angezeigt. Auch die Prüfung der Autorisierung des Eingabematerials kann durch eine Bereichskontrolle erfolgen. Z. B. wenn nur die in einer Liste angeführten Abteilungsleiter, einzeln oder gemeinsam, Preiserhöhungen oder Nachlässe veranlassen dürfen.

Ad (5): Der Code-Test ist ein Spezialfall der Bereichskontrolle. Gerade bei der maschinellen Erfassung der buchungspflichtigen Geschäftsvorfälle wird oft die Gültigkeit der Konten-Nr. kontrolliert, indem man die Soll-Feldwertemenge - hier alle Konten-Nr. des verbindlichen Kontenplanes - mit der Ist-Konto-Nr. vergleicht.[1] Andere Beispiele sind Artikel-Nr. oder Personal-Nr.
Wenn Benutzer, Programme und Dateien eines Computersystems jeweils durch einen Code gekennzeichnet werden, so sind meist nur bestimmte Soll-Beziehungen zwischen diesen drei zugelassen. Ein Benutzer darf nur ein bestimmtes Programm oder eine bestimmte Verrichtung, wie Abfragen, Fortschreibungen oder Löschungen vornehmen. Die wichtigsten Soll-Beziehungen zwischen den verschiedenen Codes werden oft tabelliert und auf ihre Einhaltung getestet. Dies werden wir weiter unten noch behandeln.[2]

Einen interessanten Code-Test hat Li vorgeschlagen.[3] Dieser wird von Li als 'structural check of accounting input data' bezeichnet und kontrolliert die logischen Beziehungen zwischen Soll- und Haben-Buchungen. Bei gegebenem Konten-

---

1 Zu einigen allgemeinen über die programmierten Kontrollen hinausgehenden Ausführungen zur "Kontrolle der Kontierung" vgl. Hofman (1971), S. 87 ff.
2 Siehe Abschn. 44.
3 Vgl. Li (1967).

plan und im voraus definierten Tabellen von erlaubten Soll-Haben-Kombinationen entdeckt die programmierte Kontrolle alle Abweichungen als unzulässige Kombinationen vor der Verbuchung. Der Autor sieht Vorteile bei der Fehlerverhütung und der Abschlußprüfung. Diesen stehen wegen der Menge der Kombinationen bei feingliedrigem Kontenplan die Nachteile umfangreicher Programmierungsarbeiten, Computerzeiten und Speicherplätzen gegenüber.

Ad (6): "Die Sortierkontrolle, die in fast allen größeren Bearbeitungsprogrammen vorhanden sein muß, dient der Überprüfung der richtigen Sortierung des Lochkartenmaterials, der elektronisch sortierten Magnetbandsätze in aufsteigender Reihenfolge und der Feststellung von Gruppenwechseln."[1] Die Sortierkontrolle fragt entweder die expliziten Namensfelder oder die die Identifikation implizierenden Felder mit Schlüsselwerten ab und vergleicht die Werte mit dem fortlaufenden Rangwert. Dabei wird oft gleichzeitig der Inhalt des abgefragten Datenfeldes mitgeprüft.

Ad (7): Die Vollständigkeitskontrolle soll sichern, daß bei den erfaßten Daten keine vorgeschriebenen Datenfelder fehlen. Wenn z.B. für die Lohnabrechnung für jeden Mitarbeiter zwei Lochkarten mit einer vorgeschriebenen Anzahl von Datenfeldern abgelocht werden, so wird getestet, ob zwei Lochkarten vorhanden sind, ob sie in der richtigen Reihenfolge sind und ob sie alle erforderlichen Informationen enthalten.[2]

Ad (8) : Selbstprüfende Zahlen werden zur Entdeckung von Fehlern bei der Datenerfassung von genau definierten, häufig benutzten und konstanten Nummern verwendet. Beispiele sind Konten-, Kunden-, Personal- und Artikel-Nr.

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 878; vgl. auch Davis (1968), S. 65.
2 Vgl. Porter (1968), S. 18.

"Eine Zahl wird selbstprüfende Zahl, indem man nach einem festgelegten Rechenverfahren aus den Ziffern der Zahl eine Prüfziffer errechnet und diese als weitere Stelle rechts von der Einerstelle anhängt. Die Prüfung geschieht dadurch, daß man die Prüfziffer nach dem gleichen Verfahren wiedererrechnet und mit der ursprünglichen Prüfziffer vergleicht."[1] Ein Beispiel möge einen sehr einfachen Algorithmus demonstrieren:

- Originalnummer 4 7 3 4
- Multiplikation der Originalnummer mit der entsprechenden Zehnerstelle der (willkürlich vorgegebenen) Zahl

  17 29 48 365

  4 7 3 4
  1 7 2 9 (48365)

  4 49 6 36
- Addition der Resultate: 4 + 49 + 6 + 36 = 95
- Die zweite Ziffer von rechts des Resultates wird als Prüfziffer gewählt: 9
- Die Originalnummer mit der angehängten Prüfziffer ergibt die selbstprüfende Zahl: 47349

Ein Erfassungsfehler, z.B. 46 349 würde eine Prüfziffer von 8 (denn: 4 + 42 + 6 + 36 = 88) ergeben und bei dem Vergleich mit der richtigen Prüfziffer 9 entdeckt werden.

Einige Kombinationen von falschen Ziffern können auch richtige Prüfziffern ergeben. Je komplizierter der Algorithmus zur Berechnung der Prüfziffer ist, desto geringer wird diese Möglichkeit. Häufig verwendet wird

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 878.

das 10er- und 11er-Verfahren[1], deren Prüfziffern bei einigen Erfassungsgeräten automatisch berechnet und angehängt werden. Diese programmierte Kontrolle entdeckt ca. 97 % aller Übertragungs- und Verschiebungsfehler[2], die zu den häufigen Fehlern beim Eintasten von Daten oder manuellen Bearbeitungen von Ziffergruppen gehören.[3]

421.3 Kontrollen von Datensatzstapeln

Durch diese Kontrollen werden einzelne Stapel von Datensätzen, die zu einer Datei gehören, auf ihre Richtigkeit und Vollständigkeit geprüft. Kontrollinformationen über einen Stapel werden zu Beginn der Datenerfassungsphase berechnet und vor Beginn der Verarbeitung oder Speicherung mit den vom Computer berechneten Kontrollinformationen verglichen. Abweichungen signalisieren Fehler während der Datenerfassung und Kommunikation.

Die Stapel können nach verschiedenen Kriterien gebildet werden. Datensätze gleicher Identifikation, z.B. einer Abteilung oder eines Kalendertages, werden gebündelt oder es werden Stapel bestimmter Größe, z.B. jeweils 1.000 Datensätze, gebildet. Je kleiner der Stapel ist, desto leichter ist es,den fehlerhaften Datensatz zu finden, aber auch um so mehr Stapel, damit Kontrollinformationen und Bearbeitungszeiten, sind notwendig.

Jeder Stapel enthält einen Stapel-Kontroll-Datensatz, z.B. auf der ersten oder letzten Lochkarte, welcher Stapel-Nr., Datum, den Auftraggeber, die Anzahl der Datensätze und die

---

1 Vgl. IBM (1967), S. 7 ff; IdW, WP-Handbuch (1968), S. 878 f; Kölbel und Mrachacz (1969), S. 331 ff.
2 Vgl. IBM (1969 a), S. 56.
3 Zu der dem Prinzip nach gleichen Prüfung durch Kontrollbuchstaben vgl. IBM (1967), S. 10 ff; Kölbel und Mrachacz (1969), S. 333 f.

verschiedenen Kontrollsummen enthält.[1] Zuerst wird die Stapel-Nr., z.B. die Code-Nr. einer Filiale, mit dem entsprechenden Code-Feld jedes einzelnen Datensatzes verglichen. Zweitens werden die einzelnen Datensätze gezählt und das Ergebnis mit der auf der Stapel-Kontrollkarte angegebenen Anzahl verglichen. Eine Abweichung indiziert fehlende, zusätzliche oder doppelte Datensätze.

Drittens werden Kontrollsummen über quantitative Datenfelder, wie z.B. DM-Beträge oder Stückzahlen, in allen Datensätzen des Stapels gebildet und die zwei Kontrollsummen verglichen. Diese klassische Kontrolle ist dem Abschlußprüfer besonders vertraut. Mit der Ausnahme von sich kompensierenden Fehlern ist bei Gleichheit der Summen die Vollständigkeit und Richtigkeit der quantitativen Felder sichergestellt.

Es gibt zwei Arten von Kontrollsummen. Einmal ist sie aus Datenfeldern gebildet, deren Summe einen gewissen materiellen Aussagewert hat, z.B. des Wareneingangs eines Kalendertages oder der Summe der Lohnzahlungen. "Sie kann sich aber auch aus irgendeinem oder sogar mehreren neutralen Begriffen zusammensetzen, wobei dann die Summe nur der Kontrolle dient und keinen eigenen materiellen Informationsgehalt besitzt."[2] Hier werden Identifikationsfelder, z.B. Personal-Nr. oder Kontrollfelder, z.B. Verweisindices, summiert.

---

1 Vgl. IBM (1969 a), S. 57; Davis schlägt ein ähnliches Lochkartenformular als "batch control ticket" vor, vgl. Davis (1968), S. 67.
2 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 879.

43 Interne Kontrollen bei Programmierung und Verarbeitung

430 Organisatorische Kontrollen

430.0 Funktionstrennung

Der Grundsatz der Funktionstrennung, der besagt, daß kein Mitarbeiter für alle Phasen der Verarbeitung eines Geschäftsvorfalles verantwortlich sein darf, gilt auch für die maschinelle Informationsverarbeitung. Man wird insbesondere getrennte Mitarbeitergruppen für die Programmierung und die Systemanalyse einsetzen. Denn intime Kenntnis der Programmlogik verbunden mit der Fähigkeit und der Möglichkeit, den Computer zu bedienen, kann einen Mitarbeiter in die Lage versetzen, betrügerische oder fahrlässig falsche Subroutinen in ein sonst ordnungsmäßiges Programm einzufügen und sie durch manuelle Bedienung der Steuerpultschalter fahren zu lassen. Manipulierung der Eingabedaten, Veränderungen der entsprechenden Kontrollsummen und der Ausgabedaten wären ebenso möglich. Spezielle organisatorische Kontrollen müssen diese grundsätzliche Funktionstrennung unterstützen wie z.B. Verbot des Zutritts zum Maschinenraum für nicht befugte Personen, Gegenzeichnung von Änderungen der Programme insbesondere des Betriebssystems sowie Kontrollen bei Programmtestläufen.

Bei größeren Installationen werden oft verschiedene Mitarbeitergruppen zur Erstellung der Anwendungsprogramme, zur Pflege und Modifizierung der Anwendungsprogramme und zur Modifikation der Betriebssysteme und allgemeiner Software aus Spezialisierungs- aber auch aus Kontrollgründen eingesetzt.

Die Programmierung und Computerbedienung sollte von den Verantwortungsbereichen der Datenerfassung und der Speicherung bzw. Aufbewahrung der Dateien und Programme getrennt sein. Auch wird bei größeren EDV-Abteilungen

meist ein separater Bereich für die Systemanalyse und eine sogenannte Kontrollgruppe gebildet.[1]

Bei der Weitergabe des Zahlenmaterials von den Betriebsabteilungen zu der EDV-Abteilung zeigt sich immer wieder, daß Belege verlorengehen oder fremde hinzugefügt werden. "Aus diesem Grunde sind manche Unternehmen dazu übergegangen, eine Kontrollgruppe entweder der Datenverarbeitung anzuschließen oder vorzulegen."[2] Auch wenn viele Betriebsabteilungen ein Programm gemeinsam benutzen, z.B. bei der Lohnabrechnung, und wenn Fehler in der Richtigkeit und Vollständigkeit erhebliche Auswirkungen haben können, werden spezielle Kontrollgruppen eingerichtet.[3] Hauptaufgaben der Kontrollgruppen sind:

- Erstellung und Überwachung der Kontrollsummen zur Sicherung der Vollständigkeit,
- "Überwachung der Berichtigung von ausgesteuertem fehlerhaftem Eingabematerial und dessen ordnungsgemäßem Wiedereinschleusen in die Verarbeitung nach Berichtigung"[4],
- regelmäßiges Auflisten von Änderungen wichtiger Feldwerte in Hauptdateien wie z.B. der Lohnsätze, Verkaufspreise oder Kreditlimits und Weitergabe zur Prüfung an die entsprechenden Betriebsabteilungen,
- Überwachung von organisatorischen Regelungen innerhalb der Abteilungen der Datenverarbeitung insbesondere der Autorisierung bei Programmrevisionen und Dateiänderungen.

---

1 Zur Diskussion der Funktionstrennung zwischen den Abteilungen der maschinellen Datenverarbeitung vgl. IdW, WP-Handbuch (1968), S. 870 f; Porter (1968), S. 12 ff; Davis (1968), S. 13 ff; Li (1968), S. 176 ff; Pinkney (1968), S. 46 ff; Canadian Institute (1970), S. 26 ff; Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme (1966), S. 342; Lindemann und Nagel (1968), Abschn. 252; Vieweg (1972), S. 80 ff.

2 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 871; vgl. auch Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme (1966), S. 342 f; Pinkney (1968), S. 52 f; Canadian Institute (1970), S. 47 f.

3 Wir verweisen auf das Beispiel einer Kontrollgruppe speziell für die Lohnabrechnung bei Porter (1968), S. 15 f

4 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 871.

Unter dem Kontrollaspekt sei besonders die Anforderung an eine angemessene Dokumentation betont. Zu oft muß die Analysearbeit wiederholt werden, wenn der Planer ohne ausführliche Dokumentation der Verarbeitungsschritte, der Dateibeschreibungen, der Ein-/Ausgabeanforderungen oder der Maschinenanforderungen das Unternehmen verläßt.[1]

430.1 Organisatorische Kontrollen im Zusammenhang mit der Dokumentation

Die weiteren organisatorischen Kontrollen bei Programmierung und Verarbeitung seien anhand der bei einem geschlossenen internen Kontrollsystem zu fordernden Dokumentationsunterlagen erörtert:

(1) Programmierungshandbuch
(2) Programmakte
(3) Anweisungen für den Operator
(4) Dokumentation der Programmänderungen
(5) Logbuch
(6) Steuerpult-Kontrollunterlagen.

Ad (1): Ein Programmierungshandbuch ist die Aufzeichnung der Richtlinien, die bei allen Programmierungsarbeiten in der Unternehmung angewendet werden.[2] Es soll die Wirtschaftlichkeit und die Kommunikation innerhalb der Programmierungsabteilung fördern und doppelte und inkonsistente Programmarbeiten verhindern.[3] Das Handbuch wird zu den einzelnen Teilarbeitsgängen bei der Erstellung eines Programmes organisatorische Regelungen vorschreiben.

---

1 Vgl. Porter (1968), S. 26.
2 Vgl. Li (1968), S. 171.
3 Vgl. Porter (1968), S. 28.

Der Anstoß zur Erstellung eines Programmes ist die Entscheidung, daß eine neue oder verbesserte Information produziert werden soll. Der Systemanalytiker plant den Produktionsvorgang in Zusammenarbeit mit dem Empfänger der Information und gibt dem Programmierer Spezifikationen für dessen Arbeit, und zwar Problemdefinition, Verarbeitungsverrichtungen, Geschwindigkeit und Häufigkeit der Verarbeitung und Art und Volumen der Ein- und Ausgabedaten. Diese Spezifikationen werden in einem System-Flußdiagramm für den Ablauf der maschinellen und nicht maschinellen Verarbeitung und in Definitionen der Eingabebelege, Ausgabedaten und der Dateien spezifiziert.

Gerade für die Definitionen wird das Handbuch Richtlinien für die Organisation der Dateien, und zwar für Datensatz- und Feldgrößen, Datei-, Satz- und Feldnamen, Kontrollfelder, Index- und Speicherstrukturen vorschreiben. Erst die Einhaltung der Richtlinien durch den Programmierer gewährleistet die Konsistenz der Datenbank. Das Handbuch wird oft die Benutzung von vorgedruckten Layout-Arbeitsblättern vorschreiben, welche das Format der Ein- und Ausgabedatensätze und der Plazierung der Daten im Speicher dokumentieren.[1]

Anhand dieser Spezifikationen plant der Programmierer das Programm und die Inanspruchnahme der Maschineneinheiten. Für die Planung kann das Handbuch verschiedene Ebenen von Programm-Flußdiagrammen - Makro-Diagramm zur

---

1 Vgl. die Beispiele von Layout-Formularen für Datensätze auf Lochkarten, Magnetbändern, für die Druckerausgabe und die Internspeicherung (memory map) bei Davis (1969), S. 194 ff.

allgemeinen Übersicht, Mikro-Diagramm mit ausreichendem Detail für die Codierung - und Standardsymbole für die Flußdiagramme vorschreiben. Ebenso kann bei komplexer Entscheidungslogik die Benutzung von Entscheidungstafeln verlangt werden.

Zur anschließenden Codierung können Regelungen bezüglich Speicherwahl, Codierungsformulare und Namenswahl vorgegeben sein. Die Umwandlung vom Ursprungsprogramm in das Maschinenprogramm erfolgt automatisch durch den Computer mit Hilfe eines Umwandlungsprogrammes, das Codierungsfehler z. B. falsche Namensgebung, entdeckt. Die Umwandlung muß durch eine Liste des Ursprungs- und des Maschinenprogrammes und in der Programmakte dokumentiert werden.

Neu entwickelte Programme müssen vor ihrem Einsatz getestet werden. Hier werden generelle Testverfahren und die Protokollierung der Testergebnisse vorgeschrieben. Der Programmierer oder ein anderer Mitarbeiter wird Testdaten, die möglichst viele Ausnahmesituationen einschließen, vorbereiten und die erwarteten mit den tatsächlichen Resultaten vergleichen. Weiter kann man während einer Testperiode unter wirklichen Bedingungen das neue neben dem alten Programm oder Verfahren parallel laufen lassen.

Ad (2): Die Programmakte enthält alle Unterlagen zur Dokumentation eines Programmes. "Unter Berücksichtigung von Mindestanforderungen gehören zu einer ordnungsmäßig geführten Programmakte:

1. Kurze verbale Beschreibung des einzelnen Aufgabengebietes
2. Schematische Darstellung der Ein- und Ausgabemedien

3. Blockdiagramm oder eine gleichewertige Unterlage
4. Verzeichnis der programmierten Fehlerstops mit Anweisung für den Programmweiterlauf und Liste der auszudruckenden Fehlernachrichten
5. Nachweis wirksamer Testbeispiele
6. Auflistung sämtlicher Programm-Instruktionen
7. Nachweis der durchgeführten Programmänderungen
8. Kartenmuster, Formularmuster (möglichst bedruckt)
9. Aufbau von gespeicherten Datensätzen
10. Spezielle Arbeitsanweisung für Magnetband und sonstige Speichermedien."[1]

Zu einem separaten Teil der Programmakte werden alle für den Operator notwendigen Anweisungen, die für einen Programmlauf erforderlich sind, zusammengefaßt. Diese seien im folgenden erörtert.

Ad (3): Die Anweisungen für den Operator werden separat für jedes Programm oder als Abschnitt in einem Bedienungsbuch, das Anweisungen für alle Programme enthält, dokumentiert.[2] Die Anweisungen sollen alle Verrichtungen des Operators bei dem Programmlauf und deren Abfolge, z.B. Output wird dem Drucker entnommen während die Bänder zurückspulen, spezifizieren. Sie verkürzen die Leerzeiten des Computers und reduzieren die Möglichkeit nicht autorisierter Programmänderungen, da das Bedienungspersonal keinen Zugang zur Programmakte und damit zur Programmlogik hat.

Die wichtigsten Teile der Anweisungs-Unterlagen sind:[3]

- Kurze Beschreibung des Programmes,
- Spezifizierung der Ein- und Ausgabedaten,
- Liste aller möglichen Maschinenstops und die erforderlichen Aktionen des Operators,
- Schalterstellungen des Steuerpultes.

---

1 Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme (1966), S. 343. Zu anderen Einteilungen vgl. Porter (1968), S. 27 f; Davis (1969), S. 230 f; Pinkney (1968), S. 31 ff

2 Lindemann und Nagel fassen die Anweisungen zusammen zu einem "Steuerpult-Buch", das einen "Auszug aus dem Programm Archiv" darstellt; vgl. Lindemann und Nagel (1968), S. 59.

3 Vgl. Porter (1968), S. 28; Davis (1969), S. 231 f; Davis (1968), S. 32 ff; Pinkney (1968), S. 50 ff.

Ad (4): Auf die Dokumentation der Programmänderungen, die wir oben als einen Teil der Programmakte erwähnten, wird der Abschlußprüfer besonderen Wert legen,[1] denn er muß wissen, welches Programm in welchem Zeitraum für ein bestimmtes Arbeitsgebiet benutzt worden ist. Da Programmänderungen sehr häufig sind, und eine einzige oft die Hinzufügung mehrerer Hundert neuer wie auch die Veränderung bisheriger Instruktionen bedeutet[2], besteht die Gefahr der Manipulation sonst ordnungsgemäßer Programme.

Im Zusammenhang mit den Anforderungen an die Dokumentation sind die folgenden Kontrollen notwendig:

- Grund und Art der Änderungen werden dokumentiert,
- die Anweisung zur Änderung und ihre Ausführung werden von verschiedenen Mitarbeitern vorgenommen und verantwortlich abgezeichnet,
- Änderungen werden nicht von Bedienungskräften ausgeführt,
- Programmodifikationen werden in der gleichen Weise getestet wie neue Programme[3], zusätzlich werden die neuen mit den Testresultaten des ursprünglichen Programmes verglichen,
- zur Dokumentation werden die Unterlagen mit einer Numerierung der Änderungen und den Umstellungsdaten für eine genaue chronologische Aufzeichnung der Programmänderungen zusammengefaßt.[4]

---

1 Zu einigen in Frageform zusammengefaßten Auforderungen an deren Dokomentation vgl. Ballmann (1969), S. 44.
2 Wir verweisen auf das Beispiel einer solchen Programmänderung bei Kaufman (1961), S. 32, Fußnote 5.
3 Vgl. Canadian Institute (1970), S. 43.
4 Zu einigen Formularvorschlägen zur Dokumentation von Programmänderungen vgl. Davis (1969), S. 430 und Pinkney (1968), S. 43.

Ad (5):In einem Logbuch werden für einen Programmlauf etwa die folgenden Angaben aufgezeichnet:

"1. Arbeitsgebiet und Programmnummer,
2. Name des Bedieners,
3. Rüstzeit,
4. Produktive Maschinenlaufzeit,
5. Unterbrechungszeiten mit Angabe der Ursache (auf Grund eines Fehlerschlüsselverzeichnisses),
6. Handzeichen des Bedieners."[1]

Anhand des Logbuches kann man die Verantwortung für Bedienungsfehler, die Leer- und Wartungszeiten des Computers feststellen. Wichtig ist eine Überwachung des Logbuches durch die Kontrollgruppe.

Ad (6): Steuerpult-Kontrollunterlagen werden durch Konsolenschreibmaschinen ausgedruckt und dienen der Überwachung der Computer-Bedienung. Denn mit Hilfe des Steuerpultes kann der Computer manuell bedient werden, es können Registerabzüge mit vertraulichen Daten ausgedruckt und Daten manuell eingegeben werden. Deswegen wird man alle Ein- und Ausgaben mit Hilfe des Steuerpultes, soweit möglich, von der Konsolenschreibmaschine ausdrucken lassen. Dabei wird das Papier aus Kontrollgründen fortlaufend numeriert sein.

Kölbel und Mrachacz verlangen sogar, daß grundsätzlich "die Konsolprotokolle mit Duplikat geschrieben werden."[2] Während Weber eine doppelte Besetzung des Bedienungspultes vorschlägt[3], sieht Siebert "nur eine befriedigende Lösung dieses Problems: Die Bedienung der Anlage erfolgt nicht über ein Steuerpult, sondern über eine Schreibmaschine. Sämtliche Eingriffe werden somit automatisch protokolliert."[4]

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 872; vgl. auch die Gliederung eines Logbuches bei Lindemann und Nagel (1968), S. 60. Zu in Frageform zusammengestellten Anforderungen an das Logbuch vgl. auch Ballmann (1968), S. 15 f.
2 Kölbel und Mrachacz (1969), S. 396 f.
3 Vgl. Weber (1965), S. 170.
4 Siebert (1965), S. 30.

431 Hardware-Kontrollen

Moderne Computersysteme haben einen so hohen Grad an Zuverlässigkeit, daß vom Standpunkt des Prüfers aus eine fehlerfreie interne Arbeitsweise angenommen werden kann. Dazu tragen Qualitätskontrollen der Hersteller, vorbeugende periodische Instandhaltung und Hardware-Kontrollen bei. Vorbeugende Instandhaltung entdeckt die elektronischen und mechanischen Teile, bei denen ein Versagen wahrscheinlich ist.[1] Die vorbeugende Instandhaltung wird bei komplexen Computersystemen täglich, bei einfachen Konfigurationen weniger häufig vorgenommen.[2] Unter den verschiedenen Hardware-Kontrollen, die zur Entdeckung von Maschinenfehlern fest in die Aggregate eingebaut sind, sei nur die wichtigste - die Paritätskontrolle - betrachtet.[3]

Die Paritätskontrolle als die häufigste unter den Maschinenkontrollen schützt vor Verlust oder Hinzufügen einzelner Bits. Da alle Informationen im Maschinencode binär repräsentiert sind, können die Nullen und Einsen einer Gruppe von Bits, die als separate Einheit durch die verschiedenen Maschineneinheiten bewegt wird, gezählt werden. An diese Bitgruppe wird ein Paritätsbit- auch Prüfbit genannt - angehängt. Es wird ein Einser-Bit oder ein Null-Bit als Prüfbit angehängt, damit die Gesamtzahl der Einser-Bits für die ungerade Paritätskontrolle ungerade wird oder für die gerade Paritätskontrolle gerade wird. Wird z. B. als separate Bitgruppe die binäre

---

1 Z.B. werden die Schaltkreise der Zentraleinheit durch sog. Prüfprogramme oder 'diagnostic routines' getestet; vgl. Siebert (1965), S. 18 und Porter (1968), S. 21.
2 Vgl. Davis (1969), S. 426.
3 Vgl. zu einer ausführlichen Erörterung der verschiedenen Hardware-Kontrollen: Kaufman (1961), S. 87 ff; Weber (1965), S. 72 ff; IBM (1967), S. 31; Davis (1968), S. 37 ff; Lindemann und Nagel (1968), Abschn. 22; Porter (1968), S. 20 f; Pinkney (1968), S. 137 ff; Davis (1969), S. 426 ff; Canadian Institute (1970), S. 76.

Darstellung eines alphabetischen Zeichens definiert und hat ein Zeichen zwei Einser-Bits, so wird bei ungerader Paritätskontrolle ein Einer-Bit angehängt.

Prüfbits werden auch an größere Bitgruppen angehängt wie Computer-Worte, Datenfelder und Datensätze. Bei jedem Transfer der separaten Bitgruppe im Computer , z.B. in den Registern, und z.B. beim Ein- und Auslesen auf Magnetbändern wird die Parität der Gruppe kontrolliert. Ist das Prüfbit, nachdem es neu berechnet ist, von dem früher berechneten Prüfbit verschieden, so stoppt die Maschine oder das Betriebssystem schaltet ein Fehlerprogramm ein. Die Paritätskontrolle entdeckt somit den seltenen Fall des Verlustes oder Hinzufügens eines Bits, aber nicht den extrem unwahrscheinlichen Fall, daß durch die Änderung von zwei Bits das Paritätsbit unverändert bleibt.

432 Programmierte Kontrollen

Es seien die folgenden programmierten Kontrollen bei der Verarbeitung untersucht:

(1) Datensatzzählung
(2) Kontrollsummen
(3) Wechselkontrolle
(4) Programmierte Saldenabstimmung
(5) Kontrolle arithmetischer Operationen
(6) Kontrolle der richtigen Schalterstellung
(7) Kontrolle der richtigen Programmverwendung.

Ad (1): Die Datensatzzählung wird immer bei der stapelweisen Verarbeitung von Geschäftsvorfällen, um eine Stammdatei auf den neuesten Stand zu bringen, benutzt, um die Vollständigkeit der Verarbeitung sicherzustellen. So sei die Forderungsdatei mit mehreren tausend Einzelkonten auf Magnetband gespeichert. Wird sie auf den neuesten Stand gebracht, wird das alte Band eingelesen und die neue Forderungsdatei auf ein anderes Band geschrieben. Bevor eine Verarbeitung, wie die Verbuchung von Zahlungseingängen, beginnt, kann der Computer die Anzahl der Datensätze des Bandes, hier die Forderungskonten, zählen; oder er liest die Anzahl aus dem Nachsatz der Datei ab. Nach der Verarbeitung wird die Zahl der Da-

tensätze auf dem neuen Band gezählt und mit der Anzahl des ersten Bandes verglichen. Abweichungen zeigen den Verlust oder das Hinzufügen eines Satzes während der Verarbeitung an.[1]

Ad (2): Kontrollsummen werden bei der stapelweisen Verarbeitung von Datensätzen benutzt, um sicherzustellen, daß Datensatzstapel und Dateien vollständig und richtig verarbeitet werden. Die Möglichkeiten zur Programmierung von Kontrollsummen haben wir oben schon erörtert.[2]

Ad (3): Die Wechselkontrolle wird seltener angewendet. Zu Beginn der Verarbeitung wird der Wert bestimmter Datenfelder, z.B. Saldo und Nummer eines Kontos, das zur Verarbeitung ansteht, gespeichert. Sind die Programminstruktionen ausgeführt, stellt diese Kontrolle sicher, daß tatsächlich ein Wechsel der Datenfeldwerte, hier des Kontensaldos, eingetreten ist.

Wichtig wird dies bei der Multiprogramming-Betriebsweise, in der Programme mit hoher Priorität andere Programme mit niedrigerer Priorität unterbrechen. Letztere, unter denen meist die Buchhaltungsprogramme eingestuft sind, warten dann auf ihren Wiederzutritt zur Verarbeitung. Dazu muß das Betriebssystem die Programme niedrigerer Priorität, die von diesem zu verarbeitenden Daten und den Programm- bzw. Verarbeitungsstand separat speichern. Die Wechselkontrolle kann hier sicherstellen, daß der entsprechende Datenfeldwert geändert worden ist.

Ad (4): Alle Möglichkeiten der Saldenabstimmung, die aus manuellen Buchhaltungssystemen bekannt sind, können programmiert werden und mit elektronischer Geschwindig-

---

1 Vgl. zur Satzzählung auch Porter (1968), S. 21 f; IdW, WP-Handbuch (1968), S. 878; Davis (1968), S. 67; Kaufman (1961), S. 112 ff.
2 Siehe Abschn. 421.3.

keit umfangreicher und häufiger vorgenommen werden. Werden auf einem Konto alle Soll- und Habenbuchungen und die jeweiligen Salden gespeichert, so können nach jeder einzelnen Buchung, nach der Verbuchung eines Stapels von Geschäftsvorfällen oder nach einer bestimmten Periode, z.B. nach jedem Geschäftstag, alle alten Soll- und Habenbuchungen mit der oder den neuen Buchungen saldiert werden. Der sich hieraus ergebende Kontrollsaldo wird dann mit dem ersten Sollwert verglichen.

Sind die Konten z.B. auf Magnetplatten gespeichert, so wird das Programm zur Verbuchung der Forderungen zuerst das richtige Konto auswählen, dieses in den Arbeitsspeicher einlesen und dort den neuen Saldo berechnen. Da dies der letzte Augenblick ist, in dem der alte Kontostand noch vorhanden ist, wird jetzt der Kontrollsaldo aus allen Soll- und Habenbuchungen gebildet und mit dem ersten Saldo verglichen. Erst bei Übereinstimmung wird der alte durch den neuen Kontostand im Plattenspeicher ersetzt.[1]

Ad (5):"Die interne Arbeitsweise von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen ist ... so stark gesichert, daß programmierte Kontrollen zur Maschinenselbstprüfung beim technischen Stand heutiger Anlagen nur noch geringe Bedeutung zugemessen werden kann."[2] Deswegen sei an dieser Stelle nur auf die verschiedenen mathematischen Algorithmen zur Kontrolle von Multiplikationen und Divisionen, die programmiert und auch stichprobenweise ausgeführt werden können, verwiesen.[3]

Ad (6): Manchmal wird die Kontrolle der Schalterstellung am Steuerpult, die für ein Programm vorgeschrieben ist, durch einleitende Programminstruktionen getestet.[4] Das Ergebnis

---

1 Vgl. IBM (1969 a), S. 58.
2 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 877.
3 Vgl. zu solchen Algorithmen IBM (1969 a), S. 60 f.
4 Vgl. IdW, WP-Handbuch (1968), S. 879 f; Davis (1968), S. 84; Pinkney (1968), S. 73.

wird dann in den Steuerpult-Kontrollunterlagen aufgezeichnet.

Ad (7): Schließlich kann der Anfang eines Programmes Instruktionen enthalten, die das Ausdrucken der Bezeichnung und der Nummer eines Programmes über die Konsolschreibmaschine oder einen angeschlossenen Drucker veranlassen. Diese Aufzeichnungen gehören auch zu den Steuerpult-Kontrollunterlagen. Die Prüfung der richtigen Programmverwendung eventuell in Abstimmung mit dem Logbuch ist insofern von Bedeutung, "als dem Wirtschaftsprüfer ggf. nachgewiesen werden muß, daß das für ein einzelnes Arbeitsgebiet bestimmte Programm auch tatsächlich für die Durchführung dieser Arbeit benutzt wurde."[1]

44 Interne Kontrollen bei der Kommunikation

Im I. Teil untersuchten wir die Entscheidungen über die Terminals als den Endpunkten des Kommunikationssystems, über das Übertragungsnetz und die Abstimmung mit der Verarbeitung.[2] Hier wollen wir die Kontrollen des Zugangs zum Kommunikationssystem und damit zu Computer und Datenbank diskutieren.[3]

Diese organisatorischen Kontrollen sollen unbefugten Zugang verhindern und Datenschutz gewährleisten. Letzterer ist der Schutz der Daten vor zufälliger oder beabsichtigter, aber unbefugter, Modifikation, Löschung oder Le-

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 879; zur Prüfung der richtigen Programmverwendung vgl. auch IBM (1967), S. 22 und Helbig (1971), S. 110 ff.

2 Siehe Abschn. 33.

3 Wir verweisen auf die verschiedenen Möglichkeiten zur Fehlerentdeckung und Korrektur bei der Dateneingabe durch Terminals, die wir in Abschn. 331 Ad (6) und 310.2 untersuchten. Ebenso wollen wir die grundsätzliche Diskussion der Kontrollen im Übertragungsnetz in Abschn. 332.1 Ad (5) hier wegen sonst zu starker technischer Ausrichtung nicht weiter vertiefen; vgl. dazu einige Ausführungen bei Brown (1968), S. 155 f.

sung von Dateien der Datenbank. Das Problem der Datensicherheit ist auch bei einfachen Konfigurationen gegeben. Es gewinnt aber bei Einsatz von Fern-Terminals und der Multiprogramming-Betriebsweise besondere Bedeutung, denn hier wird der Kreis der Mitarbeiter, die gespeicherte Daten auslesen, löschen, Feldwerte verändern und zusätzliche Daten eingeben, immer größer. Je nach Art und Anzahl der Terminals können Verkäufer in Filialen, Abteilungsleiter oder Ingenieure Zugang haben. Auch Mitarbeiter der EDV-Abteilung wie System- und Anwendungsprogrammierer, Instandhaltungspersonal und Bedienungskräfte können Zutritt haben.

Außerdem werden aus Wirtschaftlichkeitsgründen immer mehr sicherungsbedürftige Daten nicht mehr manuell aufgezeichnet und gesichert, sondern in der Datenbank gespeichert. Zu solchen sicherungsbedürftigen Daten eines Unternehmens z. B. Gehaltslisten, Kundenadressen[1], Lohn- und Gehaltsunterlagen[2], Angeboten, Marktdaten und Marketingunterlagen, darf nur ein bestimmter

---

1 Wir erinnern an die Aufsehen erregende Entwendung der gesamten Kundenkartei des Versandhauses Quelle mit anschließendem Verkauf an einen Konkurrenten; vgl. Art. Industriespionage, in: Der Spiegel, 26. Jg., Nr. 13 (26.3.1972), S. 46 ff.

2 So wurde von einem Buchhalter versucht, die Gehaltsrichtlinien der Ford AG an die Adam Opel AG zu verkaufen; vgl. Art. Industriespionage, in: Der Spiegel, 26. Jg., Nr. 13 (26.3.1972), S. 58

Mitarbeiterkreis Zugang haben. Es gibt mehrere Möglichkeiten der Zugangskontrolle, die mit steigendem Datenschutz auch höhere Kosten mit sich bringen. Die einfachste Möglichkeit ist, daß der Zugang zu dem Raum, in dem ein oder mehrere Terminals stehen, nur bestimmten Benutzern gestattet ist. Oft sind auch Sperrvorrichtungen an den Terminals selbst angebracht, die nur bestimmte Personen öffnen können.

Am häufigsten ist die Kontrollregelung, daß der Mitarbeiter zu Beginn der Benutzung eines Terminals sich gegenüber dem Computer durch ein Losungswort identifiziert. Bevor er nicht das richtige Losungswort eingegeben hat und der Computer dessen Gültigkeit anhand einer gespeicherten Liste geprüft hat, ist der Zugang zu Computer und Datenbank verwehrt.

Offensichtliche Losungsworte wie Personalnummern oder Geburtstage und Losungsworte, die immer wieder benutzt werden, bieten nur geringen Datenschutz. Man wird daher das Losungswortsystem verfeinern. Die Losungsworte können z.B. vom System zugeteilt werden, wobei die alphanumerischen Zeichen zufällig kombiniert werden. Weiter müssen die Losungsworte aperiodisch geändert werden. Eine weitere Verfeinerung ist möglich, wenn der Computer ein Losungswort übermittelt, der Benutzer eine einfache, aber nicht offensichtliche Transformation des Losungswortes vornimmt und das Ergebnis zurücksendet. Fast immer wird so verfahren, daß die Losungsworte eingegeben werden, ohne daß das Terminal dieses ausdruckt oder auf einem Bildschirm anzeigt, um unbefugte Beobachtungen auszuschließen.

Eine höhere Stufe von Zugangskontrollen ist die Speicherung von Sicherheitstabellen, in denen die Rechte jedes Benutzers gespeichert sind. So kann für jeden Benutzer, eine Benutzergruppe oder für einzelne Terminals in Tabellen gespeichert sein, zu welchen Dateien der Zugang

gestattet ist und welcher Art der Zugang ist, z.B.:Nur-Leser Nur-Schreiben, Schreiben und Lesen. Wegen der damit verbundenen Programmierungs- und Verarbeitungskosten[1] wird man nur bei einer Vielzahl sicherungsbedürftiger Dateien und großen Computersystemen bereit sein, den Zugang über Sicherheitstabellen zu kontrollieren.

45 Interne Kontrollen bei der Speicherung

450 Organisatorische Kontrollen

Die Verwahrung der Dateien und Programme muß einen selbständigen Verantwortungsbereich bilden.[2] Bei größeren Installationen werden ein Datenbankmanager und Bibliothekar diese Funktion ausführen. Andere Mitarbeiter wie Programmierer und Bedienungskräfte erhalten dann Dateien und Programme nur gegen verantwortlich abgezeichnete Anweisungen.

Neuen Programmen und Dateien werden Index- und Seriennummern zugeordnet, die zur Dokumentation und zum Auffinden des Verwahrungsplatzes dienen. Aus Kostengründen wird es sich meist um Verwahrung von Magnetbändern handeln. Für jedes Magnetband werden weiterhin Aufzeichnungen über Benutzung, Aufbewahrungsfristen und Änderungen geführt.

---

1 Weissman beschreibt komplexe Sicherheitstabellen für ein Time-Sharing-System und schätzt die Kosten dieser Zugangskontrollen auf ca. 5 % der gesamten Programmierungszeit und auf ca. 2 % der Computerzeit für die Ausführung dieser Sicherheitsvorkehrungen; vgl. Weissman (1969); zu den speziellen Kontrollproblemen bei Benutzung außerbetrieblicher Rechenzentren vgl. Canadian Institute (1970), S. 99 f; Brown (1968), S. 157 f; Davis (1968), S. 216 ff.

2 Zu den organisatorischen Kontrollen bei der Aufbewahrung vgl. u.a. Pinkney (1968), S. 54 ff; Davis (1968), S. 87 ff; Lindemann und Nagel (1968), Abschn. 255.

Aus Sicherheitsgründen müssen Duplikate der Dateien und Programme an separater Stelle verwahrt werden. Denn einmal könnten auf magnetischen Medien gespeicherte Daten fahrlässig durch Bedienungsfehler oder vorsätzlich gelöscht werden. Zum zweiten können durch Katastrophenfälle, wie einen Brand, Fahrlässigkeit oder Diebstahl Medien abhanden kommen. Berücksichtigt man die oft in die Hunderttausende gehenden Investitionen in die Entwicklung komplexer Programme oder die Auswirkungen auf den Betriebsablauf bei Abhandenkommen von Betriebsdateien, z. B. bei Banken oder Versicherungen, wird man die Duplikate besonders gesichert, z. B. im Safe, verwahren. Von der Programmakte und ähnlich wichtigen Unterlagen wird man ebenso Duplikate anfertigen.[1]

451 Programmierte Kontrollen

Eine Anzahl von programmierten Kontrollen im Bereich der Speicherung trägt weiter zum Datenschutz bei. So wird ein Kennsatz als erster Datenblock auf jedem Magnetband abgespeichert. Er enthält standardisierte Angaben über Index- und Seriennummern der Dateien und Spulen sowie Ursprungs- und Aufbewahrungsdaten.[2] Ein Kennsatz stellt

---

1 Zu den über den Rahmen dieser Erörterungen hinausgehenden Fragen der gesetzlichen Fristen und anderen gesetzlichen Anforderungen an die Aufbewahrung von Buchhaltungsunterlagen vgl. die ausführliche Darstellung bei Freerichs (1966), § 19-21 und das Kapitel V: "Die Aufbewahrung des betrieblichen Schriftgutes" bei Kölbel und Mrachacz (1969); vgl. auch Vieweg (1972), S. 72 ff.

2 Vgl. Porter (1968), S. 23; sowie die Formatgestaltung der Vor- und Nachsätze bei Pinkney (1968), S. 56.

sicher, daß vor der Verarbeitung das richtige Band auf dem richtigen Bandgerät eingelegt worden ist. Ein negatives Resultat stoppt die Verarbeitung bevor bei der Eingabe Daten zerstört werden können.[1]

Ein weiterer Schutz gegen die zufällige Zerstörung von Daten ist die Kontrolle, daß die aufgesuchte Speicherstelle mit der gewünschten übereinstimmt. Diese ist insbesondere bei Speichern mit wahlweisem Zugriff wünschenswert.

Schließlich können Schreibsperringe, die in Magnetbandspulen eingesetzt werden, den fahrlässigen Verlust von Daten verhindern. Werden Spulen ohne diese Ringe auf ein Bandgerät montiert, so wird ein Mechanismus in Betrieb gesetzt, der die Ausführung von Schreibinstruktionen verhindert und nur das Lesen des Bandes gestattet.[2]

Nahezu alle Großcomputer haben Kontrollen, welche die Inhalte von Blöcken des Internspeichers vor Zerstörung durch falsche Abspeicherungen bei der Programmausführung schützen. Die geschützten Speicherblöcke sind identifiziert und nur Daten, seien es Programm- oder Dateibestandteile, mit dem entsprechenden Schlüssel haben jeweils Zugang. Bei der Multiprogramming-Betriebsweise ist diese Kontrolle, die vom Betriebssystem vorgenommen wird, unerläßlich, um den Datenschutz während der Verarbeitung zu gewährleisten.[3]

Wenn trotz aller oben aufgeführten Kontrollen ganz oder teilweise Dateien zerstört worden sind, muß ihre jederzeitige Rekonstruierbarkeit gesichert sein. Bei den auf Magnetband gespeicherten Dateien wird die Rekonstruktion

---

1 Zu Kennsatztests bei Speichergeräten mit wahlweisem Zugriff vgl. IBM (1969 a), S. 62 f.
2 Vgl. Porter (1968), S. 24 ; Davis (1968), S. 92 f.
3 Vgl. Buchwald (1971), S. 140.

durch Aufbewahrung mehrerer vergangener Generationen von Stammdateien und Bewegungsdateien ermöglicht. "In der Praxis hat sich hierfür das sogenannte Dreiphasenprinzip durchgesetzt."[1] Oft wird auch von 'Großvater-Vater-Sohn' Prinzip gesprochen: Bei einem täglichen Verarbeitungszyklus wäre die Stammdatei vom Montag der Großvater, die vom Dienstag der Vater und die vom Mittwoch der Sohn. Wird bei der Verarbeitung am Donnerstag das Band vom Mittwoch zerstört, würde das Band vom Dienstag wieder mit der Bewegungsdatei, d.h. den Geschäftsvorfällen vom Mittwoch, verarbeitet und damit das Band vom Mittwoch rekonstruiert.[2]

Bei Speichern mit wahlweisem Zugriff wie Magnetplattenspeichern wird die Rekonstruierbarkeit komplizierter und kostspieliger. Hier müssen periodische Speicherabzüge der Stammdateien meist auf Magnetband[3] erstellt und zusammen mit den Bewegungsdateien aufbewahrt werden. Wird z.B. am Abend eines jeden Geschäftstages die Stammdatei auf ein Band ausgelesen und muß die Mittwoch-Datei rekonstruiert werden, so wird die Dienstag-Datei in den Plattenspeicher eingelesen und die Bewegungsdatei vom Mittwoch noch einmal verarbeitet. Die Erstellung der Speicherabzüge ist kostspielig und kann bei umfangreichen Dateien auch bei schnellen Transfergeschwindigkeiten den Computer mehrere Stunden in Anspruch nehmen.

Für den Abschlußprüfer sind die Kontrollregelungen zur Rekonstruktion der Dateien im Buchhaltungsbereich besonders wichtig. Denn nur durch sie kann letztlich der Nachweis der

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 872.
2 Vgl. Davis (1969), S. 433 f; ders. (1968), S. 96 f.
3 Grundsätzlich kann der Speicherabzug auch auf andere Magnetplatten transferiert, auf Lochkarten gestanzt oder sogar ausgedruckt werden. Aus wirtschaftlichen Überlegungen wird jedoch meist der Transfer auf Magnetband bevorzugt. Vgl. Davis (1969), S. 434; ders. (1968), S. 99 f; Pinkney (1968), S. 58.

Vollständigkeit und des lückenlosen Zusammenhanges gesichert werden.

5 Prüfungshandlungen bei maschineller Informationsproduktion

50 Vorbemerkung

Die bei Einsatz automatischer Datenverarbeitung auszuführenden Prüfungshandlungen bei der Prüfung des internen Kontrollsystems, bei der Prüfung der Systemanalyse und Programmierung sowie der Prüfung mit Hilfe von Testdaten und Prüfungsprogrammen ergänzen einander.

Die folgenden Beispiele mögen den Zusammenhang zwischen der Prüfung des Internen Kontrollsystems und den anderen Prüfungshandlungen verdeutlichen. So kann man in einer Programmprüfung einmal prüfen, ob und wie programmierte Kontrollen codiert sind, und zum anderen, ob die Programmlogik z.B. eine ordnungsmäßige Berechnung der Abschreibungen vorsieht. Mit Hilfe von Testbeispielen könnte der Abschlußprüfer ermitteln, ob programmierte Kontrollen Fehler in den Eingabedaten tatsächlich entdecken, oder er kann mit Hilfe angenommener Geschäftsvorfälle prüfen, ob immer das richtige Konto angesprochen wird. Schließlich können generalisierte Prüfungsprogramme die richtige Berechnung von Kontrollsummen prüfen oder zur Bewertung des Lagerbestandes alle Artikel mit geringer Lagerfrequenz ausdrucken.

In der folgenden Diskussion wollen wir nicht die allgemeinen Probleme der Prüfung des internen Kontrollsystems erörtern, sondern entsprechend dem Anliegen der gesamten Untersuchung nur diejenigen, die sich speziell aus dem Einsatz der maschinellen Datenverarbeitung ergeben.[1]

---

1 Zur allgemeinbegrifflichen Grundlegung des internen Kontrollsystems und dessen Prüfung vgl. Leffson (1969). Zu einer Diskussion der allgemeinen Probleme bei der Prüfung des internen Kontrollsystems sei pars pro toto nur verwiesen auf die umfassende Darstellung von Willy und Günther Minz im WP-Handbuch (1968), S. 841 ff; Neubert (1959); Pougin (1959).

51 Prüfung des internen Kontrollsystems

510 Ermittlung des Sollzustandes

Der Prüfer wird zuerst untersuchen, wie die Grundsätze eines geschlossenen internen Kontrollsystems bei Einsatz maschineller Datenverarbeitung beachtet worden sind. Als Prüfungsunterlagen dienen die oben ausführlich diskutierten Handbücher, Programmakten, u.a..[1] Zu den verschiedenen Ermittlungstechniken, auf deren Vor- und Nachteile wir nicht eingehen wollen[2], "gehört auch die Verwendung von Fragebogen, in denen die wichtigsten und fast immer anwendbaren Grundsätze der internen Kontrolle in Frageform zusammengestellt sind."[3]

Anhand der systematischen Untersuchung des internen Kontrollsystems bei Einsatz maschineller Datenverarbeitung in Abschnitt 4 kann leicht ein detaillierter Fragebogen erarbeitet werden, der folgende Gliederung aufweisen würde:[4]

(1) Deckblatt - Dieses enthält Namen und Adresse des Klienten, Namen und Positionen der befragten Mitarbeiter, Namen und Unterschrift der Prüfer, das Prüfungsdatum und eventuell einige generelle Anweisungen zum Ausfüllen des Fragebogens.

(2) Maschinen und allgemeine Software - Die bei Datenerfassung, Verarbeitung, Kommunikation und Speicherung verwendeten Aggregate bezüglich Anzahl, Art, Hersteller und Modell-Nr. beschrieben. Es wird angemerkt, welche Aggregate gekauft, gemietet und bestellt sind. Weiter werden hier Fragen zur Produktionsstatistik gestellt, wie z. B. nach der Anzahl der Maschinenstunden je Monat für Instandhaltung, Unterbrechungen und Auftragsarbeiten für Dritte und nach Art und Anzahl

---

1 Siehe Abschn. 430.1.
2 Vgl. zu einer Erörterung der Vor- und Nachteile von Ablaufschaubildern, Merklisten, Fragebogen u.a. IdW, WP-Handbuch (1968), S. 919 f; Meigs und Larsen (1969), S. 112 ff.
3 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 919.
4 Zu anderen Fragebogengliederungen vgl. Brown (1968), S. 90 ff; IBM (1967), S. 44 ff; Davis (1968), S. 326 ff; Ballmann (1969); Vieweg (1972), S. 102 ff.

der von Service-Rechenzentren erledigten Informationsverarbeitungsaufträge. Schließlich fragt der Prüfer nach der vom Unternehmen verwendeten allgemeinen Software wie Betriebssystem, Dienstprogramme oder automatische Datenverwaltungssysteme.

(3) Anwendungsprogramme und Dateien - Hier werden die einzelnen Anwendungsprogramme und die entsprechenden Dateien aufgeführt.

(4) Organisation - Die oben im einzelnen beschriebenen organisatorischen Kontrollregelungen bei der Datenerfassung, Programmierung und Verarbeitung, Kommunikation und Speicherung bzw. Verwahrung werden hier in Frageform zusammengestellt. Die in diesem Zusammenhang wichtige Prüfung der Dokumentation könnte für die wichtigsten Anwendungsprogramme mit Hilfe folgender Tabelle vorgenommen werden.

Anwendungsprogramme	Sind die Programme vorhanden?	Existieren die folgenden Unterlagen?[1]						
		Flußdiagramm	...	Programmlisten	...	Bedienungsanweisung	...	Lay-out der Datensätze
Lohnabrechnung								
Forderungen								
. . .								

Legende: V = Die Unterlagen sind vorhanden
NV = Die Unterlagen sind nicht vorhanden
TV = Die Unterlagen sind nur teilweise vorhanden
NLS = Die Unterlagen sind nicht auf dem letzten Stand.

1 Zur vollständigen Ausfüllung dieser Spaltenbeschreibungen sei auf die Erörterung aller Dokumentationsanforderungen in Abschn. 430.1 hingewiesen.

(5) Die programmierten Kontrollen werden hier in Frageform aufgeführt und zwar allgemein für die Bereiche der Erfassung, Verarbeitung und Speicherung und/oder separat für die einzelnen Anwendungsprogramme[1] und die zugehörigen Dateien.

(6) Im letzten Teil des Fragebogens werden die Fragen, welche Innenrevision und Kontrollgruppe betreffen, zusammengefaßt.

511 Ermittlung der tatsächlichen Wirksamkeit

Nachdem der Prüfer "den Soll-Zustand des internen Kontrollsystems ermittelt hat, muß er sich im nächsten Schritt davon überzeugen, ob das System auch in der beabsichtigten Art und Weise abläuft."[2] Einfache Prüfungshandlungen sind hier die Inaugenscheinnahme und die sogenannte Wurzelstichprobe. Dabei werden einzelne Geschäftsvorfälle aus einem Prüfungsbereich herausgenommen und verfolgt, ob und wie bei der Bearbeitung dieser Geschäftsvorfälle das interne Kontrollsystem "tatsächlich so arbeitet, wie es eingerichtet ist."[3] Dies wird bei Einsatz der EDV in umfassender, systematischer und wirtschaftlicher Weise durch die Prüfung mit Hilfe von Testbeispielen möglich, die wir wegen ihrer Bedeutung weiter unten[4] gesondert besprechen.

512 Schwachstellenanalyse und Urteilsbildung

Die Abweichungen des Ist- vom Soll-Zustand sind die Schwachstellen oder Lücken des internen Kontrollsystems. In Prüfungsfeldern, in denen das System lückenlos ist,

---

1 Vgl. z.B. den von Brown entwickelten Programmfragebogen; Brown (1968), S. 137 ff; ebenso Davis (1968), S. 334 ff.
2 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 920.
3 Pougin (1959), S. 82.
4 Siehe Abschn. 63.

erscheint "eine ordnungsmäßige Erfassung und Verarbeitung der gesamten Buchungsmasse gewährleistet"[1] und die Fehlerwahrscheinlichkeit sehr gering.[2] Schwachstellen des Systems berechtigen noch nicht zu dem Schluß, daß in dem betroffenen Prüfungsfeld Verstöße gegen eine ordnungsmäßige Rechnungslegung tatsächlich vorkommen. Jede Schwachstelle ist nur Grundlage für mögliche fahrlässige Fehler oder mögliche Unregelmäßigkeiten.

Zweck der Prüfung des internen Kontrollsystems ist es, ein Urteil über Art und Umfang der Hauptprüfung zu gewinnen. In Prüfungsfeldern, in denen das System lückenlos ist, ist ein geringerer Prüfungsumfang zu bestimmen; ebenso dort, wo Schwachstellen nur leichte Verstöße gegen eine ordnungsmäßige Rechnungslegung ermöglichen. Hier ist der Prüfer in der Lage, auf intensive Programmprüfungen zu verzichten, dem Computer weniger Testbeispiele einzugeben oder bei der Stichprobenprüfung mit Hilfe von Prüfungsprogrammen geringere Stichprobenumfänge zu akzeptieren.

Für alle Prüfungsfelder, in denen Schwachstellen des internen Kontrollsystems eine hohe Wahrscheinlichkeit von Fehlern anzeigen, sind Art und Umfang der Prüfungshandlungen zu modifizieren. Hier kann eine intensive Programmprüfung, das Ausdrucken umfangreicher Dateien durch das Prüfungsprogramm und natürlich eine entsprechende Ausweitung aller herkömmlichen Prüfungsmethoden erforderlich werden.

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 921.
2 Vgl. Mautz und Sharaf (1964), S. 21.

52 Prüfung der Anwendungsprogramme

520 Indirekte Prüfung

Anhand der Ergebnisse der Prüfung des internen Kontrollsystems weiß der Prüfer, in welchen Prüfungsfeldern er seine Prüfungshandlungen einschränken, ausweiten oder modifizieren muß. Die Aufteilung in Prüfungsfelder entsprechend den einzelnen Anwendungsprogrammen ist insbesondere bei der stapelweisen Verarbeitung vorteilhaft. Die Programme werden dann geprüft, ob ihre Verarbeitungslogik imstande ist, den eingegebenen Buchungsstoff zu ordnungsmäßigen Resultaten zu verarbeiten, und ob sie es im Prüfungszeitraum tatsächlich getan haben.[1]

Bei der indirekten Prüfung[2] werden nur die Eingabedaten und die Resultate der Verarbeitung geprüft, während die Methoden und die Verarbeitungslogik, die zu den Datenausgaben führen, nicht interessieren. Wenn geprüfte Dateneingaben in richtigen Datenausgaben resultieren, erscheint die Verarbeitung ordnungsmäßig und eine direkte Prüfung der Programmlogik und deren Ausführung unnötig.

Der Prüfer wird eine repräsentative Anzahl von Eingabedaten auswählen und diese über die verschiedenen Zwischenaufzeichnungen bis zu den Endresultaten verfolgen. Bei nur

---

1 Zur Programmprüfung vgl. Hundegger (1962), S. 116 ff; Ziegler (1965), S. 159 ff; Siebert (1965), S. 34 ff; Weber (1965), Abschn. VI; Freerichs (1966), S. 202 ff; Neubert und Göbel (1966); Haarmann (1967), S. 146 ff; IdW, WP-Handbuch (1968), S. 887 ff; Lindemann und Nagel (1968), S. 64 ff; Pinkney (1968), S. 98 ff; Davis (1968), S. 132 ff, S. 174 ff; Ballmann (1969), S. 48 ff; Kölbel und Mrachacz (1969), S. 339 ff; Steinebach (1971), S. 190 ff.

2 Die indirekte Prüfung wird in der anglo-amerikanischen Prüfungspraxis oft als 'auditing around the computer' bezeichnet; vgl. z.B. John und Nissen (1970), S. 35. Die direkte Prüfung wird manchmal als sachlogische Programmprüfung bezeichnet; vgl. z.B. Siebert (1965), S. 35. Ähnlich trennt auch Lenzen in eine direkte und indirekte Programmprüfung; vgl. Lenzen (1965), S. 172 ff.

teilweise computerisierten Systemen mit manuell erstellten Eingabedaten und umfassenden Ausdruck von Zwischenresultaten bietet die indirekte Prüfung Vorteile.

Der Hauptvorteil ist, daß die progressive Prüfung vom Beleg über Journale, Grund- und Hauptbücher bis zum Ausweis im Jahresschluß dem Prüfer vertraut ist. Die Prüfung des lückenlosen Zusammenhanges zwischen den buchungspflichtigen Geschäftsvorfällen und dem Jahresabschluß ist bei umfassenden Ausdrucken und Aufbewahrung der Zwischenergebnisse einfach und erfordert keine zusätzlichen EDV-Kenntnisse des Prüfers. Schließlich fallen bei der indirekten Prüfung, da der Computer nicht beansprucht wird, keine Kosten für Ablocharbeiten und Maschinenzeiten an.

Unter den Nachteilen möchten wir zwei hervorheben. Erstens kann oft nur über das Verfolgen sehr großer Datengruppe progressiv geprüft werden. Zweitens sind bei häufigen Programmänderungen innerhalb des Prüfungszeitraumes die ausgewählten Stichproben und die Resultate nur für begrenzte Teile des Prüfungsfeldes gültig.

521 Direkte Prüfung

Nur anhand einer direkten Prüfung von Problembeschreibung und Verarbeitungslogik der Anwendungsprogramme "kann der Abschlußprüfer letzten Endes beurteilen, ob die Arbeit maschinell richtig erledigt wird."[1] Der Umfang der direkten

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 885.

Prüfung wird von den Ergebnissen der Prüfung des internen Kontrollsystems bestimmt. Einzelne Anwendungsprogramme werden intensiver geprüft als andere.

Zuerst wird der Prüfer die Dokumentation der Systemanalyse beurteilen. Anhand der Systembeschreibung und der Blockdiagramme überzeugt er sich, ob die so dokumentierte Verarbeitung der Eingabedaten ordnungsmäßige Resultate erwarten läßt, und ob alle typischen und ungewöhnlichen Fälle, die bei Eingabe und Verarbeitung auftreten können, in der Verarbeitungslogik berücksichtigt sind. Erst wenn dies nicht ausreichen sollte, und "wenn die Nachprüfbarkeit des Buchungsstoffes auf andere Weise nicht sichergestellt werden kann"[1], wird sich der Prüfer mit der Codierung des Programmes beschäftigen.

Bei der direkten Prüfung werden dann die im Prüfungszeitraum vorgenommenen Programmänderungen ermittelt und es wird festgestellt, welche Programmfassungen für die einzelnen Abrechnungsgebiete und -zeiträume gültig waren und welches die letzte gültige Programmfassung ist. Ebenso wird der Prüfer die in der Programmakte abgelegten Testprotokolle einsehen, um zu prüfen, ob alle Möglichkeiten des Abrechnungsproblems und die Einhaltung der programmierten Kontrollen mit dem Originalprogramm getestet worden sind.[2]

Schließlich kann sich der Prüfer durch Wiederholungsläufe einzelner Anwendungsprogramme überzeugen, daß sie tatsächlich so arbeiten wie vorgesehen.[3] Zum einen kann er sich das für den Prüfungszeitraum gültige Programm geben

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 887.
2 Vgl. Abschn. 430.1 Ad (1) und (2).
3 Zur Problematik der Wiederholungsläufe vgl. IdW, WP-Handbuch (1968), S. 888 f; Davis (1968), S. 174 ff; Freerichs (1966), S. 212 ff.

lassen und stichprobenweise eine wiederholte Verarbeitung des Belegmaterials vornehmen. Zum anderen kann er Duplikate einmal geprüfter Programme bis zur nächsten Abschlußprüfung in der Dauerakte aufbewahren. Bei der nächsten Prüfung wird eine repräsentative Gruppe von Eingabedaten der letzten Abrechnungsperiode ausgewählt und mit dem Duplikatprogramm auf dem Computer des Klienten verarbeitet. Dann werden die Resultate dieses Wiederholungslaufs mit den Resultaten des tatsächlichen Verarbeitungslaufes verglichen.

Die meisten Abweichungen werden jedoch auf die häufigen Änderungen nicht nur der Anwendungsprogramme, sondern auch der Betriebssysteme zurückzuführen sein. Abgesehen von den Anforderungen an die Prüfungsunternehmung, die für mehrere Klienten eventuell zahlreiche Programme aufzubewahren hätte, wird bei umfangreichen Programmen und Dateien eine stichprobenweise Wiederholung buchungspflichtiger Geschäftsvorfälle zu unzumutbar langen Maschinenzeiten führen, so daß nur bei kleineren Arbeitsgebieten und Programmen diese Prüfungsmethode zweckmäßig erscheint.[1]

53 Prüfung mit Hilfe von Testdaten

530 Einordnung und Entstehung

Dieses Prüfungsverfahren kann einmal zur Prüfung des internen Kontrollsystems oder zur direkten Programmprüfung eingesetzt werden.[2] Denn der Prüfer kann mit Hilfe von Testdaten ermitteln, ob die organisatorischen und insbe-

1 Vgl. IdW, WP-Handbuch (1968), S. 889. Lindemann und Nagel meinen sogar:"Die Führung von Parallelprogrammen und deren Benutzung zur Prüfung ist ... völlig indiskutabel." Lindemann und Nagel (1968), S. 69.

2 So ordnet Porter die Prüfung mit Hilfe von Testdaten unter die Prüfung des internen Kontrollsystems ein (vgl. Porter (1968), S. 54 ff.), während das WP-Handbuch sie als Teil der Programmprüfung ansieht. Vgl. IdW, WP-Handbuch (1968), S. 889 f.

sondere die programmierten Kontrollen tatsächlich so ausgeführt werden, wie es aus den Unterlagen hervorgeht. Zum anderen kann er prüfen, ob bei einem von ihm überwachten Programmlauf mit Testfällen die geplante Verarbeitungslogik der Anwendungsprogramme tatsächlich eingehalten wird, und ob die bestehende Programmlogik alle Möglichkeiten eines Abrechnungsproblems berücksichtigt.

Die Prüfung mit Hilfe von Testfällen ist für das Prüfungswesen entwickelt worden auf der Grundlage der Verfahren, die der Programmierer benutzt, um nach der Fertigstellung eines Programmes darin enthaltene Fehler zu lokalisieren und zu korrigieren. Der Programmierer testet alle Alternativen, Verzweigungen und Verarbeitungsmöglichkeiten seines Programmes mit eigens dafür konstruierten Eingabedaten. Diese Daten werden vom Computer mit Hilfe des zum Test anstehenden Programmes verarbeitet und die Resultate mit den manuell vom Programmierer berechneten Ergebnissen verglichen. Abweichungen zeigen ihm Fehler in Verarbeitungslogik und Codierung an. Die ähnliche Vorgehensweise des Prüfers bei einer Prüfung mit Hilfe von Testfällen sei im nächsten Abschnitt erörtert.[1]

531 Abfolge der Prüfungshandlungen

Zuerst wird der Prüfer sicherstellen, daß er für das zum Test anstehende Arbeitsgebiet das für den Prüfungszeitraum gültige Programm vorliegen hat.[2] Anschließend wird der Prüfer bestimmen, wo die Testdaten in das Compter-

---

1 Zur Prüfung mit Hilfe von Testfällen vgl. insbes. Brown (1968), S. 152 ff; Porter (1968), S. 53 ff; Pinkney (1968), S. 100 ff; Davis (1968), S. 160 ff; Weber (1965), S. 53 ff; Freerichs (1966), S. 210 ff; Haarmann (1967), S. 142 ff; IdW, WP-Handbuch (1968), S. 889 f; Lindemann und Nagel (1968), S. 71 ff; Kölbel und Mrachacz (1969), S. 389 f.

2 Zu den verschiedenen Möglichkeiten, die dem Prüfer dabei zur Verfügung stehen vgl. unsere entsprechende Diskussion bei der direkten Programmprüfung in Abschn. 621, ebenso Porter (1968), S. 60 f und Davis (1968), S. 161 f.

system eingegeben werden sollen. Interessiert nur die Verarbeitung selbst, dann werden die Daten über Magnetband oder Lochkarten in maschinenlesbarer Form direkt eingegeben. Sollen die Verfahren und Kontrollen während der Datenerfassungsphase mitgetestet werden, werden die Testdaten auf Ursprungsbelegen aufgezeichnet. Schließlich wird der Prüfer bei Einsatz von Terminals die Kontrollen bei der Kommunikation testen wollen und Testfälle, die die Zugangskontrollen testen, über Terminals eingeben.

Die dritte und wichtigste Prüfungshandlung ist die Bestimmung der Testdaten. Dabei kann der Prüfer auf die Testdaten der Unternehmung selbst zurückgreifen. Er muß diese nachprüfen, ob sie alle Bedingungen enthalten, die er zu testen wünscht. Damit wird gleichzeitig das bei dem Klienten angewandte Programmtestverfahren überprüft. Zum anderen kann der Prüfer durch eine Analyse des Abrechnungsproblems und der in der Programmakte enthaltenen Unterlagen selbst die Testfälle bestimmen und einige Testdaten konstruieren. Diese Methode ist weitaus zeitraubender als die Übernahme der Testdaten. Meist ist eine Kombination beider Methoden erforderlich, damit alle zur Prüfung gewünschten Testdaten ermittelt werden.[1]

Neben Abrechnungsbeispielen, die z.B. die Verbuchung verschiedener Arten von Warenretouren testen sollen, sind auch die Daten zu entwickeln, die die programmierten Kontrollen, z.B. Grenz- oder Gültigkeitsprüfen, austesten.[2] Jede eingebaute Kontrolle benötigt zumindest zwei Testbeispiele: Eines, das die Kontrolle passiert und eines, das die Kontrolle als fehlerhaft anzeigt.

---

1 Vgl. Davis (1968), S. 167.
2 Porter entwickelt sogar eine Liste von 11 Kontrollen, die unbedingt mit Hilfe von Testdaten auf Vorhandensein und Wirksamkeit geprüft werden sollte; vgl. Porter, S. 56 f. Davis übernimmt diese Forderung und Aufzählung; Davis (1968), S. 169 f.

Zwei Entwicklungen auf diesem Gebiet können in der Zukunft Bedeutung für das Prüfungswesen gewinnen. Einmal wird die automatische Erstellung von Testdaten durch einen sogenannten 'test data generator' möglich. Dies ist ein standardisiertes Dienstprogramm, das den betrieblichen Programmierer unterstützt. Es generiert Testdaten entsprechend der vom Benutzer spezifizierten Formate und Regelungen und unterstützt Programmentwicklung, Programmtest und vielleicht zukünftig auch die Prüfung.[1] Eine andere Entwicklung ist der Einbau permanenter Testdaten in die Datenbank. Diese sogenannte 'integrated test facility' integriert permanente Testdaten in die Stammdateien in einer solchen Weise, die es dem Prüfer jederzeit erlaubt, Testdaten während des normalen Verarbeitungsbetriebes zu verarbeiten.[2]

Die vierte Prüfungshandlung ist die Bestimmung und Einholung der Datensätze aus den Stammdateien, z.B. Kundenkonten, auf denen die Testdaten, z.B. verschiedene Geschäftsvorfälle bei den Warenretouren, verbucht werden sollen. Bei Magnetbandsystemen ist dies noch einfach. Die Testfälle werden benutzt, um mit der 'Vater-Datei' eine spezielle 'Sohn-Datei' zu erstellen, die sorgfältig für Prüfungszwecke zu kennzeichnen und separat von dem täglichen Verarbeitungsbetrieb aufzubewahren ist. Die 'Vater-Datei' bleibt unverändert bestehen und wird für den nächsten Verarbeitungszyklus benutzt.

Bei Systemen mit wahlweisem Zugriff, in denen die Hauptdateien auf den neuesten Stand gebracht werden, indem die alten durch die neuen Datensätze ersetzt werden, steht der Prüfer bei der Bestimmung der einzubeziehenden Datensätze schwierigeren Problemen gegenüber. Wenn 'echte' Datensätze in die Prüfung mit hypothetischen Testfällen einbezogen werden, kann dieser Eingriff in den laufenden

---

1 Vgl. Horwitz (1970), S. 53.
2 Ebenda.

Betrieb ungewünschte Folgen haben. In unserem Beispiel könnten automatisch Mahnungen erstellt und Bestellungen versandt werden. Diese Gefahren sind so groß, "that it should not be attempted except by an auditor expert in computer methods."[1] Sicherere Lösungen sind die Benutzung von alten, obsoleten Datensätzen, Duplikaten von Datensätzen der laufenden Hauptdatei oder simulierten Datensätzen, in einer separaten nur für Prüfungszwecke erstellten Datei.[2]

Zu den letzten Handlungen bei der Prüfung mit Hilfe von Testdaten gehört die Planung der Verarbeitung der Testdaten. Dabei sind die Auswirkungen auf den laufenden Verarbeitungsbetrieb und die Inanspruchnahme von Mitarbeitern und Aggregaten des Klienten zu berücksichtigen. Der Prüfer wird die Verarbeitung überwachen und abschließend die Resultate mit den vorausberechneten Ergebnissen vergleichen.

532 Anwendbarkeit

Der Prüfer wendet die Prüfung mit Hilfe von Testfällen in Verbindung mit anderen Methoden an, um sicherzustellen, daß die betreffenden Teile des internen Kontrollsystems tatsächlich so arbeiten, wie sie geplant, dokumentiert und eingerichtet sind. Die Anwendung der Testdaten ist am wahrscheinlichsten unter den folgenden Umständen:[3]

(1) Ein bedeutender Teil des internen Kontrollsystems ist in das Programm eingebaut.
(2) Der Nachweis des lückenlosen Zusammenhanges ist unvollständig, so daß es zu schwierig und zu aufwendig ist, die Dateneingabe bis zu den Resultaten zu verfolgen und die Berechnungen zu überprüfen.

---

1 Davis (1968), S. 164.
2 Zu diesen Lösungen vgl. ebenda, S. 165 f.
3 Vgl. Davis (1968), S. 161.

(3) Das Datensatzvolumen ist so umfangreich, daß die Anwendung der Testdatenmethode wirtschaftlicher ist. Durch die Auswahl typischer Geschäftsvorfälle, deren Verarbeitung programmiert und damit immer zu gleichen Ergebnissen führt, ist der Prüfer in der Lage, gezielte Stichproben zu nehmen. "Durch die Möglichkeit, gezielte Stichproben auszuwählen und diese in kürzester Zeit maschinell verarbeiten zu lassen, wird die Durchführung umfangreicher, das Unternehmen belastender Einzelprüfungen vermieden."[1]

Als Nachteile sind die oben erwähnten Gefahren bei einem Eingriff in den laufenden Verarbeitungsbetrieb zu nennen sowie die Kosten der Entwicklung und Verarbeitung von Testdaten, die meist nur für einen Klienten verwendet werden können.

54 Prüfung mit Hilfe von Prüfungsprogrammen

540 Einsatzmöglichkeiten

540.1 Systematik

Die Testdatenmethode gehört noch zur Prüfung der Verarbeitungslogik und des internen Kontrollsystems. Erst durch den Einsatz von Prüfungsprogrammen kann der Prüfer eine computerunterstützte unmittelbare Prüfung der maschinell erstellten und gespeicherten Aufzeichnungen von Buchführung und Jahresabschluß vornehmen.[2] Der Prüfung mit Hilfe von Prüfungsprogrammen kommt u.E. eine wachsende Bedeutung für das Prüfungswesen zu, da sie von den folgenden Überlegungen ausgeht, die am Anfang jeder gelungenen

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 890.

2 Ähnlich trennt auch Davis in zwei Arten von computerunterstützten Prüfungsmetnoden, deren Ziel es jeweils ist:" (1) to test the data processing system as part of his evaluation of internal control and (2) to test the computer-maintained records as part of his evaluation of the records of the organization." Davis (1968), S. 159.

Computerisierung standen.

Bei der Verarbeitung von Daten wird der Computer immer dann eingesetzt, wenn es um eine schnelle, genaue und zuverlässige Bewältigung großer Datenmengen geht und die Abarbeitung logisch einfacher, meist quantitativ ausgerichteter, Verarbeitungsschritte in Programminstruktionen formalisierbar ist.[1] Nun sind zahlreiche Verrichtungen, die im Laufe einer Prüfung ausgeführt werden müssen, von dieser Art und der Abschlußprüfer muß diese Prüfungshandlungen angesichts immer gewaltigerer Datenmengen vornehmen. Während bei nahezu allen anderen Anwendungen des Computers zuerst die zu verarbeitenden Daten in dem aufwendigen Prozeß der Datenerfassung in maschinenlesbare Form gebracht werden müssen, ist der Abschlußprüfer in der glücklichen Lage, viele der von ihm zu verarbeitenden Daten schon auf maschinenlesbaren Medien vorzufinden, sobald der Klient in verschiedenen Teilen und Stufen der Buchführung die maschinelle Datenverarbeitung einsetzt.

Zur Ausführung einfacher und zur Unterstützung logisch anspruchsvoller Prüfungshandlungen durch den Computer muß der Prüfer die von ihm gewünschten Verrichtungen nach Art, Umfang und Abfolge spezifizieren und programmieren bzw. programmieren lassen. Dabei sind verschiedene Ebenen der Spezifikation und Codierung möglich. Die Verarbeitungsschritte können direkt in Maschinensprache, in symbolischen Programmsprachen wie COBOL oder in einer dem Prüfer verständlicheren Sprache spezifiziert werden. Die entsprechenden Computer-Instruktionen werden dann durch Übersetzungssoftware geliefert.

---

1 Zu dem Vergleich der relativen Vorteile von Mensch und elektronischen Datenverarbeitungsmaschinen vgl. z.B. Emery (1969), S. 150; Mertens und Kress (1970) und unsere Ausführungen in Abschn. 302.11.

Im folgenden seien anhand der im Wirtschaftsprüfer-Handbuch entwickelten Systematik von Prüfungswegen und Prüfungshandlungen, die Einsatzmöglichkeiten von Prüfungsprogrammen zur Ausführung und zur Unterstützung von Teilen der Abschlußprüfung aufgezeigt:[1]

I. Prüfungswege
   1. Formelle und materielle Prüfung
   2. Lückenlose Prüfung und Prüfung in Stichproben
   3. Progressive und retrograde Prüfung
   4. Direkte und indirekte Prüfung

II. Prüfungshandlungen
   1. Abstimmungsprüfung
   2. Übertragungsprüfung
   3. Rechnerische Prüfung
   4. Belegprüfung.

540.2 Prüfungswege

Prüfungsprogramme können zur Ausführung von Teilen der formellen Prüfung und zur Unterstützung von Teilen der materiellen Prüfung eingesetzt werden. Bei der formellen Prüfung sind z. B. die Handlungen zur Nachprüfung der rechnerisch richtigen Verarbeitung innerhalb der Buchführung relativ einfach programmierbar. Im Bereich der materiellen Prüfung können Prüfungsprogramme eine wertvolle Unterstützung bieten, z.B. wenn eine Altersanalyse der Forderungen zur Bewertung der Forderungen oder wenn Lagerumschlagsberechnungen zur Bewertung von Vorräten programmiert und ausgedruckt werden.

Durch den Einsatz von Computern kann oft in mehr Prüfungsfeldern lückenlos geprüft werden, und zwar zu oft gleichen Kosten wie bei der Stichprobenprüfung. Dies sei am Beispiel der Nachprüfung von Rabattabzügen auf Ausgangsrechnungen gezeigt. Sind die Datensätze, die

---

1 Vgl. Abschn. VI, Prüfungstechnik in : IdW, WP-Handbuch (1968), S. 841 ff.

die Ausgangsrechnungen beschreiben, auf Magnetband gespeichert, muß bei der lückenlosen Nachprüfung jeder Datensatz in den Arbeitsspeicher eingelesen, jeweils eine Rechen- und Vergleichsoperation vorgenommen und die fehlerhaften Datensätze ausgedruckt werden. Bei einer Zufallsstichprobe müßte abgesehen von der schwierigeren Programmierung auch jeder Datensatz eingelesen werden, um durch eine Vergleichsoperation, z. B. anhand der Rechnungsnummer, festzustellen, ob er ein Element oder Stichprobe ist. Gehört er dazu, wird die gleiche Rechen- und Vergleichsoperation wie bei der lückenlosen Prüfung ausgeführt und jeder fehlerhafte Datensatz ausgedruckt. Das zeitraubende Ein- und Auslesen dauert bei beiden Methoden ungefähr gleich lang. Bei der lückenlosen Prüfung müssen mehr Rechenoperationen und bei der Stichprobenprüfung mehr Vergleichsoperationen ausgeführt werden.

Bei der Urteilsfindung mit Hilfe von Stichproben nimmt der Computer durch Aufruf von Unterprogrammen dem Prüfer verschiedene Tätigkeiten bei der systematischen oder zufälligen Auswahl der Stichproben ab. Saldenbestätigungen kann der Computer bei entsprechender Programmierung stichprobenweise auswählen und zusätzlich in entsprechendem Format und in mehreren Ausfertigungen ausdrucken.

Bei der progressiven und retrograden Prüfung können Prüfungsprogramme den Prüfer in nur geringem Ausmaß bei seinen manuellen Tätigkeiten entlasten. Sind Zwischenresultate nur auf maschinenlesbaren Medien gespeichert, wird der Prüfer mit Hilfe allgemeiner Dienstprogramme oder genereller Prüfungsprogramme diese in für ihn lesbarer Form ausgeben lassen.

Bei der direkten Prüfung[1] kann der Computer mit Hilfe von Prüfungsprogrammen einzelne Datensätze prüfen, z.B. einzelne Kontokorrentkonten auf Vollständigkeit, formelle

1 "Als direkt bezeichnet man alle solche Prüfungshandlungen, die sich unmittelbar mit den einzelnen Buchungsvorgängen befassen und Einzelabstimmungen vornehmen. Die indirekte Prüfung führt dagegen nur summarische Abstimmungen zwischen Gruppen gleichartiger oder miteinander in Beziehung stehender Gruppen von Einzelposten durch." IdW, WP-Handbuch (1968), S. 854.

Richtigkeit, Überschreiten von Zahlungszielen und Kreditlimits ... Verschiedene indirekte Prüfungen können programmiert und vom Computer ausgeführt werden, z.B. die Gegenüberstellung provisionspflichtiger Umsätze mit den gezahlten Provisionen.

540.3 Prüfungshandlungen

Bei der Abstimmungsprüfung "sind Gesamt- und Einzelabstimmungen zu unterscheiden."[1] So könnten die gebuchten Rechnungen kurz vor Jahresende mit den Lieferscheinen durch einen programmierten Vergleich der zwei entsprechenden Banddateien abgestimmt werden, um Vorfakturierungen zu entdecken. Ein weiteres Beispiel wäre die Abstimmung der "Löhne, Gehälter und Einhaltungen laut Lohn- und Gehaltslisten mit den entsprechenden Aufwands- und Kontokorrentkonten "[2] durch einen programmierten Vergleich der entsprechenden maschinenlesbaren Datenfelder der Personaldatei mit denen der Buchhaltung.

Die wichtigste Übertragungsprüfung ist die Feststellung der formellen Bilanzkontinuität. Hier können einige wenige Programminstruktionen die Übertragung der Einzelsalden der Kontokorrentkonten lückenlos prüfen, wohingegen die manuelle Übertragungsprüfung "bereits bei mittleren Unternehmen nur in Stichproben möglich sein"[3] wird.

Bei Einsatz der EDV in allen Teilen und Stufen der Buchhaltung ist eine Nachprüfung der Rechenergebnisse meist unnötig. Wichtiger sind Nachprüfungen der Additionen, Abzüge, Multiplikationen (Kommafehler) auf manuell erstellten Belegen und insbesondere Inventurlisten.

---

1 IdW, WP-Handbuch (1968), S. 857.
2 Ebenda, S. 858.
3 Ebenda.

Schließlich wird bei der Belegprüfung neben anderen Prüfungshandlungen auch das Buchungsdatum mit dem Belegdatum verglichen. "Auffallende Divergenzen lassen den Verdacht von Unregelmäßigkeiten aufkommen."[1] Ebenso wird der Prüfer die fortlaufende Nummerierung der Belege kontrollieren, um deren Vollständigkeit sicherzustellen. Entsprechende Datenfeldvergleiche sind mit einigen wenigen Instruktionen programmierbar und vom Computer in Bruchteilen der bei manueller Prüfung erforderlichen Zeit ausführbar.

Als allgemeines Ergebnis dieser kurzen Erörterung der Einsatzmöglichkeiten von Prüfungsprogrammen darf festgestellt werden, daß durch diese der Prüfer von zeitraubenden und logisch einfachen Verrichtungen meist im Bereich der formellen Prüfung entlastet werden kann, um sich auf die intellektuell anspruchsvolleren Prüfungshandlungen im Bereich der materiellen Prüfung zu konzentrieren. Drei Möglichkeiten der Verwendung von Computerprogrammen im Prüfungswesen, die wir in den folgenden Abschnitten untersuchen wollen, werden in Literatur und Prüfungspraxis unterschieden:[2]

---

1 Ebenda.

2 Vgl. Porter (1969), S. 55; Davis (1968), S. 188. Zu dem meist amerikanischen Schrifttum über die Verwendung von Computerprogrammen im Prüfungswesen vgl. insbes.: Porter (1968), S. 76 ff; Davis (1968), S. 185 ff; Brown (1968), S. 140 ff; Pinkney (1968), S. 109 ff; IBM (1967), S. 57 ff; zu einigen früheren Gedanken zur "Verwendung prüfeigener Programme" vgl. Haarmann (1967), S. 151 ff; Ebel (1966); Lindemann und Nagel (1968), S. 126 ff; IdW, WP-Handbuch (1968), S. 897; Porter (1969); The British Computer Society (1970); Will (1970 a), (1970 b), (1971).

(1) Programme des Klienten
(2) Spezielle vom Prüfer oder unter seiner Aufsicht geschriebene Prüfungsprogramme
(3) Generelle Prüfungsprogramme.

541 Programme des Klienten

In manchen Fällen hat das zu prüfende Unternehmen Programme entwickelt, die der Prüfer zur Ausführung oder Unterstützung eigener Prüfungshandlungen heranziehen kann. So kann z.B. die Innenrevision über Programme zur Bonitätsprüfung der Forderungen verfügen oder die Lagerverwaltung Programme zur Analyse des Lagerumschlages benutzen. Bevor diese Programme für Zwecke der Abschlußprüfung benutzt werden, müssen sie ähnlich wie die Arbeitsergebnisse der Innenrevision überprüft werden. In welchem Umfang hier eine Programmprüfung vorzunehmen ist, hängt von den Ergebnissen der Prüfung des internen Kontrollsystems ab. Sind die Kontrollen i.B.a. Entwicklung, Änderungen und Testen von Programmen ausreichend, kann der Prüfer das Programm unter seiner Überwachung fahren lassen, um Informationen zur Unterstützung der Abschlußprüfung zu ermitteln.

Ebenso kann und muß der Prüfer allgemeine Dienstprogramme[1] und, falls vorhanden, automatische Datenverwaltungssysteme in Anspruch nehmen. Benötigt der Prüfer Duplikate von Dateien und Programmen auf Lochkarten oder Magnetbändern, werden allgemeine Dienstprogramme zur Duplizierung benutzt. Auch bei dem häufigen Sortieren, Mischen oder Ausdrucken von Datensätzen, die auf maschinenlesbaren Medien gespeichert sind, werden Dienstprogramme bzw. das Datenverwaltungssystem benutzt. Unterhält der Klient ein Datenverwaltungssystem mit anspruchsvoller Suchlogik und umfassenden Möglichkeiten der Berichterstellung, kann

1 Vgl. zu einer Aufzählung der für den Prüfer relevanten allgemeinen Dienstprogramme Brown (1968), S. 140 ff.

dieses den Prüfer bei vielen Prüfungshandlungen unterstützen. Hier wird der Zusammenhang zwischen Datenverwaltungs- und Prüfungsprogrammen deutlich, den wir weiter unten noch diskutieren.

542 Spezielle Prüfungsprogramme

Spezielle Prüfungsprogramme enthalten die codierten Instruktionen zur Ausführung spezieller, für die Abschlußprüfung gewünschter Verrichtungen an Dateien eines Klienten. Sie berücksichtigen dabei Computertyp und Konfiguration des zu prüfenden Unternehmens. Ein Beispiel ist die Programmierung der Auswahl von Forderungskonten und des Ausdruckens von Saldenbestätigungen.

Grundsätzlich kann der Prüfer das Programm selbst erstellen oder von den Programmierern des Unternehmens oder Dritten anfertigen lassen. Programmiert der Prüfer selbst, so stärkt dies zwar seine Unabhängigkeit, verlangt jedoch einen Grad der Vertrautheit mit Computersystemen und Programmsprachen, die heute im Prüfungswesen nur selten anzutreffen ist.[1]

Läßt der Prüfer das Programm anfertigen, so wird er selbst Problem und Ziele des Programms beschreiben und oft auch die Systemanalyse liefern. Die anschließende Erstellung des Blockdiagramms und der Codierung, sowie das Austesten, die Anfertigung der Dokumentation und den

---

1 Vom amerikanischen Wirtschaftsprüfer (CPA) wurde schon 1967 in einer Studie des AICPA bei seinem Eintritt in die Prüfungspraxis folgendes Wissen verlangt:
"1. The beginning CPA should have a basic knowledge of at least one computer system".
"2. He should be able to chart or diagram an information system of modest complexity".
"3. He should have a working knowledge of at least one computer language". Roy und MacNeill (1967), S. 213; vgl. auch Minz (1968).

Programmlauf wird er überwachen müssen.[1] Abgesehen von der verschiedenen Kostenbelastung ist ein Vorteil des Einsatzes von Programmierern des zu prüfenden Unternehmens, daß diese gegenüber Dritten, mit denen der Prüfer gegen Honorar die Programmerstellung vereinbart, die Maschinenkonfiguration genau kennen. Aus Kontrollgründen ist dies nachteilig, wenn die Mitarbeiter des Klienten an den zu prüfenden Anwendungsprogrammen mitgearbeitet haben.

Der offensichtliche Nachteil spezieller Prüfungsprogramme sind deren hohe Entwicklungskosten, die nur einem Klienten belastet werden können. Weiterhin spezifiziert das Programm nur einige spezielle Prüfungshandlungen, die an einer bestimmten Datei und auf der zum Prüfungszeitpunkt vorhandenen Computerkonfiguration vorgenommen werden. Werden Dateistrukturen und Konfiguration häufig gewechselt, muß sogar bei dem gleichen Unternehmen bei der nächsten Abschlußprüfung das spezielle Prüfungsprogramm modifiziert werden.

Wegen dieser Wirtschaftlichkeitsüberlegungen hat man versucht, die speziellen Prüfungsprogramme so zu erweitern, daß sie zur Prüfung mehrerer Klienten eingesetzt werden können. Zwei Entwicklungen seien hier kurz erörtert. Die eine zielt auf die Verallgemeinerung für eine Branche, die andere auf den Einsatz von Prüfungsprogrammen bei verschiedenen Klienten für ein spezielles Abrechnungsgebiet, z.B. für die Lohnabrechnung. Diese Entwicklungen bilden den Übergang zu den im nächsten Abschnitt diskutierten generellen Prüfungsprogrammen, die die Prüfung verschiedener Gebiete bei verschiedenen Klienten unterstützen.

---

1 Zu den verschiedenen Stufen der Erstellung von Prüfungsprogrammen, die sich nur gering von denen der allgemeinen Entwicklung von Programmen unterscheiden, vgl. Davis (1968), S. 191 ff und Porter (1968), S. 76 ff und dessen Fallstudie auf den S. 79 ff.

Sind die Geschäftsvorfälle und die Verfahren zu ihrer Verarbeitung in Buchführung und Jahresabschluß in einer Branche relativ gleichartig und standardisierbar, so kann es für ein Prüfungsunternehmen vorteilhaft sein, für mehrere Klienten aus der Branche die Prüfungshandlungen zu standardisieren und in einem Branchenprüfungsprogramm zu formalisieren.

Diese Vorgehensweise sei an einem Beispiel aus der amerikanischen Prüfungspraxis dargelegt. Es handelt sich um ein Prüfungsprogramm, das von einem großen Prüfungsunternehmen zur Prüfung von Börsenmaklerfirmen entwickelt worden ist.[1] Das Standardelement bei deren Prüfung ist die Darstellung der finanziellen Lage in Form eines Fragebogens.[2] Weil die Programme der Klienten die Informationen nicht in einer passenden Form zur Beantwortung des Fragebogens lieferten, mußten Prüfungsverrichtungen so programmiert werden, daß sie die gewünschte Information lieferten. Das andere Problem resultierte daraus, daß bei den Unternehmen die Daten des Rechnungswesens in verschiedenen Dateistrukturen gespeichert waren.

Zur Lösung der zwei Probleme wurde ein Zwei-Phasen-Programm entwickelt. In der ersten Phase werden die Datensätze des Klienten in ein Standardformat umgewandelt. Die Übersetzungsprogramme sind jeweils für die verschiedenen Computersysteme der Klienten unterschiedlich. In der zweiten Phase werden nach einer standardisierten Verarbeitungslogik die verlangten Informationen erstellt. Diese Technik erforderte weitaus

---

1 Vgl. Dill und Adams (1964).
2 Die Securities and Exchange Commission und die New Yorker Börse schreiben Fragebogen vor, die der CPA nach Prüfung der Konten der Maklerfirma ausfüllt und darüber eine 'opinion' abgibt.

weniger Programmierungszeit als die Erstellung spezieller Prüfungsprogramme für jeden Klienten.[1]

Die zweite Richtung ist die Entwicklung sogenannter 'Modellprogramme', die in der Literatur zuerst von Toan[2] aufgezeigt wurde und von Boutell[3] bis zur Codierung von Modellprogrammen zur Lohnabrechnung und zur Bearbeitung von Ausgangsrechnungen ausgebaut wurde. Die Grundlage eines Modellprogrammes ist der Sollzustand des internen Kontrollsystems in einem Abrechnungsgebiet, für welches der Prüfer eine modellhafte Verarbeitung entwickelt. Daten dieses Prüfungsfeldes werden mit dem Modellprogramm verarbeitet und dessen Resultate mit den Ausgabedaten des Anwendungsprogrammes des Klienten verglichen. Abweichungen und Ausnahmen druckt das Modellprogramm zur Beurteilung durch den Abschlußprüfer aus. Abgesehen von den Schwierigkeiten der Standardisierung der Datenformate und der Berücksichtigung verschiedener Computerkonfigurationen, die allein durch die Wahl einer problemorientierten Sprache - wie bei Boutell FORTRAN - nicht behoben werden können, erscheint die Entwicklung modellhafter Kontrollen und Verarbeitung, die im Einzelfall doch wieder angepaßt werden müßte, "to fit the peculiar circumstances of individual installations"[4], zu aufwendig.

543 Generelle Prüfungsprogramme

543.0 Aufgaben

Zahlreiche Prüfungshandlungen werden bei verschiedenen Abschlußprüfungen und bei verschiedenen Klienten nahezu unverändert ausgeführt. Große Prüfungsunternehmen haben für ihre Mitarbeiter in Handbüchern oft detaillierte

---

1 Vgl. Dill und Adams (1964), S. 55.
2 Vgl. Toan (1960), S. 44.
3 Vgl. Boutell (1966), S. 83 ff; Boutell (1965).
4 Boutell (1966), S. 98.

Vorschläge zur Ausführung und Abfolge 'genereller' Prüfungshandlungen niedergelegt. Sind diese leicht formalisierbar und sind große Datenmengen zu prüfen, so wird der Einsatz genereller Prüfungsprogramme vorteilhaft.

Einem generellen Prüfungsprogram sind zwei Aufgaben gestellt. Die erste ist, die für die Prüfung ausgewählten Dateien der Klienten in ein Standardformat zu übersetzen. Die zweite Aufgabe ist es, den Prüfer durch die Bereitstellung von Verarbeitungsroutinen in die Lage zu versetzen, die verschiedensten Prüfungshandlungen an den von ihm bestimmten Teilen der Buchführung vorzunehmen.

Schon Mitte 1970 standen in der amerikanischen Prüfungspraxis mehr als zwölf generelle Prüfungsprogramme zur Verfügung.[1] Von diesen sind im folgenden die der 'big eight' Prüfungsunternehmen aufgeführt.[2]

Prüfungsunternehmen	Name des generellen Prüfungsprogrammes	Kompatibilität
Arthur Anderson & Co	AUDEX	IBM 360/25 oder größer, 1400, 1700; RCA Spectra 70 Univac 9000
Ernst & Ernst	Auditronic 16	IBM 360/30 oder größer mit einer Mindestspeicherkapazität von 32 K und mindestens einem Magnetplattengerät
Haskins & Sells	Auditape	IBM 360, 1400; Honeywell
Lybrand, Ross Bros. & Montgomery	Auditpak	IBM 360/30 und 50 Honeywell

1 Vgl. Davis (1968), S. 191.
2 Vgl. die entsprechenden Publikationen und Handbücher der Firmen , Stand Ende 1971. Zu dem bekannten Auditape-System vgl. die Artikel von Porter (1969) und Will (1970 b).

Prüfungsunternehmen	Name des generellen Prüfungsprogrammes	Kompatibilität
Peat, Marwick, Mitchell & Co.	System 2170	Alle IBM und IBM-kompatiblen-Systeme
Touche Ross & Co.	Strata	IBM 360 Serie, bis auf Modell 20 und 44, mit einer Mindestspeicherkapazität von 32 K und mindestens einem Magnetplattengerät
Price Waterhouse & Co.	Computer File Analyser	IBM 360
Arthur Young & Company	AY/Audit/ Management System	IBM 360/30 oder größer mit einer Mindestspeicherkapazität von 65 K.

543.1 Anwendung

543.10 Einsatzplanung

Bei allen generellen Prüfungsprogrammen ist die Vorgehensweise bei ihrer Anwendung im wesentlichen gleich.[1] Zuerst wird der Prüfer ermitteln, ob Computertyp, Maschinenkonfiguration und die damit erstellten Dateien des zu prüfenden Unternehmens mit dem generellen Prüfungs-

1 So geht auch J. Farmer - seinerzeit Vorsitzender des AICPA committee on computers and information systems - davon aus, daß die generellen Prüfungsprogramme "are all designed to do the same thing under the same kind of condition - and each with a similar high cost." Farmer (1970), S. 55. Farmer folgert daraus, daß Parallelentwicklungen innerhalb der Prüfungsbranche vermieden und die enormen Entwicklungskosten gepoolt werden sollten. Neben dem Kostenvorteil ergäbe sich auch eine schnellere Anpassungsfähigkeit des Prüfungswesens: "By eliminating the **redundancy** inherent in the individual firm approach ... we might also insure that the profession as a whole is equipped to cope with changes in industry's use of the computer somewhat earlier than otherwise would be the case." Farmer (1970), S. 55.

programm kompatibel sind. Ist dies der Fall, so wird der Prüfungsleiter festlegen, in welchem Umfang das Prüfungsprogramm eingesetzt wird. Es ist im einzelnen zu planen, welche Dateien, Datensätze und Felder zu prüfen sind und welche Prüfungsverrichtungen an diesen mit Hilfe des Prüfungsprogrammes auf dem Computer auszuführen sind.

543.11 Spezifikation von Dateien und Instruktionen

Die im folgenden zu erörternden Spezifikationen trägt der Prüfer auf vorgedruckten Formularen in vorgeschriebener Form und bei genau definierter Sprachwahl ein. Auf dem oder den ersten Arbeitsblättern trägt der Prüfer allgemeine Angaben wie Datum, Name des Klienten u.a., sowie einige Angaben über die Hardware des Klienten ein.

Auf den nächsten Arbeitsblättern spezifiziert der Prüfer meist unter Zuhilfenahme von Mitarbeitern des zu prüfenden Unternehmens die zu prüfenden Dateien i.B.a. Medium, Dateiorganisation, Kennsatz, Datensatzarten und -längen, ebenso das Datensatzformat durch Beschreibung aller darin enthaltenen Datenfelder. Der Prüfer selektiert dann die Datenfelder, die für die gewünschten Prüfungsverrichtungen erforderlich sind, und ordnet sie auf einem Vordruckformular den Datenfeldern des Standarddatensatzes des jeweiligen generellen Prüfungsprogrammes zu.[1]

Die obigen Spezifikationen dienen dazu, die zu prüfenden Daten des Klienten in der ersten Verarbeitungsphase in ein für die Verarbeitungsroutinen verständliches Standardformat zu bringen. Nun muß der Prüfer spezifizieren, welche

---

1 Bei Prüfungsprogrammen, die das programmtechnologisch aufwendige 'Lexikon-Verfahren' (dictionary approach) anwenden, entfällt dieser Schritt und damit dieses Spezifikationsblatt; vgl. Moore und Yocom (o.J.), S. 30 ff.

Verarbeitung der Computer an den von ihm beschriebenen Daten vornehmen soll. Wir wollen hier nur auf die wichtigsten Verarbeitungsroutinen, die Teilprogramme nahezu aller Prüfungsprogramme sind, hinweisen:

- Sortierung der Datensätze einer Datei nach verschiedenen Kriterien; z.B. Sortierung aller unbezahlten Rechnungen nach den Kontennummern der Kontokorrentbuchhaltung,
- Summierung gleicher Datenfelder und Speicherung der Summe in einem Datensatz für weitere Verarbeitung; z.B. Summierung der unbezahlten Rechnungen je Kunde,
- Ausführung mathematischer Grundoperationen wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division,
- Ausführung logischer Vergleiche mit Hilfe der Operatoren $<$, $\leq$, $=$, $\neq$, $>$, $\geq$ und Boole'scher Operatoren wie UND, ODER ; damit ist der Prüfer in der Lage, Datensätze nach vorher bestimmten Kriterien einzubeziehen oder von der Prüfung auszuschließen; z.B. Ausdruck aller Forderungen, die > 10 TDM sind UND an Konzerntöchter bestehen,[1]
- Auswahl von Stichproben; hier sind die Verfahren bei den einzelnen Prüfungsprogrammen sehr unterschiedlich. Meist spezifiziert der Prüfer die gewünschte Sicherheit und Genauigkeit und die erwartete Fehlerquote auf einem Arbeitsblatt. Die Routine errechnet dann den Stichprobenumfang und trifft mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators eine Zufallauswahl unter den Datensätzen der ebenfalls spezifizierten Grundgesamtheit. Die Grundgesamtheit kann auch in Schichten sortiert werden, um in Schichtenstichproben nach verschiedenen Kriterien bewußte oder Zufallsauswahlen zu ziehen.[2]

---

1 Wir verweisen auf unsere Diskussion der Suchlogik bei automatischen Datenverwaltungssystemen in Abschn. 323.13, die sich aus der Sicht des Planers mit den gleichen Problemen befaßt.

2 Es sei auf eine für die Stichprobenplanung außerordentlich interessante Verarbeitungsroutine und zwar die 'Population profile routine' des AY/Audit/Management Systems hingewiesen. Auf Verlangen des Prüfers liefert sie eine Tabellenübersicht über die Klientendatei mit den folgenden Spalten: Klassenintervalle, Anzahl der Elemente je Klasse, Prozentanteile, kumulierte Anteile und im Anschluß daran ein Diagramm, das die Klassenhäufigkeiten abbildet. Bis zu 50 Klassen können für die gesamte Datei oder für Teilgesamtheiten gebildet werden. Dadurch sind außerordentliche Möglichkeiten für die Stichprobenplanung bei

- Mischen und Vergleichen verschiedener Dateien; diese Routine kann bei der Prüfung der permanenten Inventur die vom Prüfer ausgezählter Stichprobenergebnisse mit den Angaben in den Lagerdateien vergleichen und die Abweichungen in einem detaillierten Bericht ausdrucken.
- Ausgabe-Routinen; hier spezifiziert der Prüfer, soweit möglich, das gewünschte Ausgabemedium: Band, Platte oder Lochkarten für spätere Weiterverarbeitung oder den Ausdruck für sofortige Prüfungsinformationen. Dabei berücksichtigt die Routine, je nach ihrem Umfang, Wünsche des Prüfers i.B.a. Überschriften, Abfolge der Datensätze, Zwischensummen, automatischen Ausdruck von Saldenbestätigungen u.a.

Es ist nicht unsere Absicht, alle Routinen der zur Zeit vorhandenen generellen Prüfungsprogramme aufzuführen, noch sie detailliert i.B.a. Prüfungssicherheit und Wirtschaftlichkeit zu analysieren. Jede dieser Verrichtungen und ihre Verknüpfung spezifiziert der Prüfer auf Arbeitsblättern mit genau vorgeschriebenen Symbolen und Worten, die meist in einer Legende auf dem Arbeitsblatt, sonst im Programmhandbuch, aufgeführt werden. Diese Kurzsprache ist dem Prüfer oft direkt verständlich und dennoch den gleichen Anforderungen an die Eindeutigkeit unterworfen wie alle Computersprachen.

Nach Fertigstellung der Spezifikationsblätter werden die Angaben entweder beim Klienten oder beim Prüfungsunternehmen, wenn dieses die Installation

---

Forts. Fußn. 2 S.
Forderungs-, Lager- und vielen anderen Dateien, über deren Struktur der Prüfer i.d.R. kein a priori Wissen besitzt, gegeben. Vgl. Moore und Yocom (o.J.) , S. 31 ff.

für den Lauf ihrer Prüfungsprogramme zur Verfügung stellt, abgelocht.

543.12 Programmlauf

Zu Beginn des Programmlaufes müssen i.d.R. bereitgestellt sein:
- die Lochkarten,
- das Prüfungsprogramm auf Magnetband (Strata) oder auf auswechselbarem Plattenspeicher (Auditronic 16),
- die Originale oder Duplikate (System 2170) der zu prüfenden Klientendateien und
- Bedienungsanweisungen für den Operator (Auditape).

Mit Eingabe der Lochkarten übernimmt das vorher eingelesene Prüfungsprogramm die automatische Abarbeitung der vom Prüfer geplanten und spezifizierten Verrichtungen. Wie die verschiedenen Teilprogramme eines generellen Prüfungsprogrammes die Abarbeitung ausführen, sei kurz erörtert. Es sind drei Programmteile zu unterscheiden:
- Das Betriebssystem des Computertyps und der Maschinenkonfiguration, mit der das generelle Prüfungsprogramm kompatibel ist.
- Ein Steuerungsprogramm, das Einsatz und Abfolge der Verarbeitungsroutinen steuert.
- Die Gruppe der Verarbeitungsroutinen.

Da nahezu alle Prüfungsprogramme auf die IBM System/360 Computerserie ausgerichtet sind, müssen sie auch deren Betriebssystem, das 'System/360 Operating System' benutzen.[1] Nun weisen bei verschiedenen Klienten auch die Betriebssysteme einer Computerserie Unterschiede auf. Deswegen enthalten die generellen Prüfungsprogramme ein standardisiertes Betriebssystem und sind damit unabhängig von dem des Klienten.

---

1 Vgl. die entsprechende Publikation der IBM (1969 b).

Während das Betriebssystem die allgemeinen Verrichtungen des Computersystems steuert, überwacht das spezielle Steuerungsprogramm des generellen Prüfungsprogramms Einsatz und Abfolge der vom Prüfer spezifizierten Verarbeitungsroutinen. Das Steuerungsprogramm ruft zuerst die Umwandlungsroutine auf, die die Umgruppierung der Dateien des zu prüfenden Unternehmens in Standardformate vornimmt. Dieser Arbeitsgang ist Voraussetzung für die Ausführung aller weiteren Routinen. Dann ruft das Steuerungsprogramm nacheinander alle Verarbeitungsroutinen auf, die der Prüfer wünscht. Am Ende jedes Programmlaufes werden die Resultate entweder auf Band, Platte oder Lochkarten oder über den Drucker ausgegeben.

543.2 Ausblick

Abgesehen von der ersten Phase der Umwandlung der Klientendateien in Standardformate erfüllen generelle Prüfungsprogramme grundsätzlich die gleichen Funktionen wie automatische Datenverwaltungssysteme. Mit Hilfe der letzteren versucht das Management, in einer seiner Fachsprache möglichst nahen Programmsprache mit der Datenbank und dem Computer in Kommunikation zu treten, um Daten aus der Datenbank auszuwählen und nach mehr oder minder umfangreicher Verarbeitung sich die gewünschten Informationen ausgeben zu lassen. Dem Prüfer ermöglichen generelle Prüfungsprogramme, bei dem zu prüfenden Unternehmen Daten des Rechnungswesens nach beliebigen Kriterien auszuwählen. Durch Spezifikation der gewünschten Prüfungshandlungen läßt er an diesen verschiedene Verarbeitungsschritte ausführen, um sich die gewünschen Informationen für die Abschlußprüfung ausdrucken zu lassen.

Die generellen Prüfungsprogramme sind u. E. eine der erfolgversprechendsten Methoden der Abschlußprüfung bei

Einsatz der automatischen Datenverarbeitung. Denn sie führen zur Entwicklung einer speziellen Prüfungssprache. Diese Entwicklung von Dialogsprachen in der Fachsprache spezieller Gruppen von Computerbenutzern ist heute eine der wichtigsten Richtungen der Softwareforschung. Der Prüfer wird dann in der ihm vertrauten Sprache des Prüfungs- und Rechnungswesens mit Computer und Datenbank des Klienten in Kommunikation treten und Instruktionen in seiner Fachsprache geben, um immer mehr Prüfungshandlungen automatisch ausführen zu lassen.

6 Schlußbetrachtung

Ausgehend von der Auffächerung des betrieblichen Entscheidungsprozesses mit Hilfe des Prinzips der hierarchischen Spaltung der Unternehmenspolitik und der Konzeption nacheinandergeschalteter Teiloperationen konnte im I. Teil eine sinnvolle Ableitung der in der Praxis so bedeutenden Konzeption der Management-Informationssysteme sowie vergröberte Kriterien zu ihrer Planung entwickelt werden. Da weitgehend Übereinstimmung über den Einsatz der modernen Informationstechnologie als Voraussetzung für den Aufbau eines Management-Informationssystems besteht, konnten wir bei der maschinellen Informationsproduktion eine Fülle vergröberter Dispositionshilfen für die einzelnen Teilhandlungen im Bereich der Erfassung, Speicherung, Kommunikation und Verarbeitung herausarbeiten.

Bei dieser Diskussion sparten wir den Problemkreis: 'Kontrollen maschineller Informationserstellung und ihre Prüfung' aus, um uns darauf im II. Teil konzentrieren zu können. Dabei untersuchten wir ausführlich die verschiedenen zur Disposition stehenden Kontrollmöglichkeiten. Bei den Prüfungshandlungen stellten wir unter Aufzeigen des Bezuges zu den automatischen Datenverwaltungssystemen die moderne Prüfung mit Hilfe genereller Prüfungsprogramme heraus.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung(en)
Abschn.	Abschnitt(e)
ACM	Association for Computing Machinery
ADV	Automatische Datenverarbeitung
AFIPS	American Federation of Information Processing Societies
AIA	American Institute of Accountants
AICPA	American Institute of Certified Public Accountants
AR	The Accounting Review
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
Bd.	Band
BTAM	Basic Teleprocessing Access Methods
BGBl.	Bundesgesetzblatt
COBOL	Common Business Oriented Language
CODASYL	Committee on Data Systems Languages
CPA	Certified Public Accountant
DB	Der Betrieb
ders.	derselbe
dgl.	dergleichen
d. h.	das heißt
Diss.	Dissertation
d. V.	der Verfasser
EDP	Electronic Data Processing
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
f.	folgende Seite
ff.	folgende Seiten
FG	Fachgutachten des Instituts der Wirtschaftsprüfer
Fußn.	Fußnote
ggf.	gegebenenfalls
GPS	Graphic Programming System
HdO	Handwörterbuch der Organisation
HGB	Handelsgesetzbuch vom 10.5.1897 (RGBl. I, S. 219)

hrsg.	herausgegeben
Hrsg.	Herausgeber
HWB	Handwörterbuch der Betriebswirtschaft
i.B.a.	in Bezug auf
IBM	International Business Machines
i.d.R.	in der Regel
IdW	Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland
i.e.S.	im engeren Sinne
insbes.	insbesondere
Jg.	Jahrgang
JoA	Journal of Accountancy
LP	Lineare Programmierung
MIS	Management-Informationssysteme
m.a.W.	mit anderen Worten
MS	Management Science
N.A.A.	National Association of Accountants
NF	Neue Folge
Nr.	Nummer
o.J.	ohne Jahr
o.O.	ohne Ort
OS/360	Betriebssystem der IBM System/360 Serie
QTAM	Queued Teleprocessing Access Methods
S.	Seite
SCERT	Systems and Computers Evaluation and Review Technique
Std.	Stunden
Sp.	Spalte
TDM	Tausend Deutsche Mark
u.a.	unter andere (m), (n)
u. E.	unseres Erachtens
vgl.	vergleiche
vol.	volume
WPg	Die Wirtschaftsprüfung
z. B.	zum Beispiel
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft

ZfbF	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfgS	Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft
ZfhF	Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung
ZfO	Zeitschrift für Organisation

Literaturverzeichnis

Ackoff (1967): Ackoff, Russell L., Management Misinformation Systems, in: MS, vol. XIV, No. 4, Dezember 1967, S. 147-156; wiederabgedruckt in: A. Rappaport (Hrsg.), Information for Decision Making: Quantitative and Behavioral Dimensions, Englewood Cliffs 1970, S. 26-34.

AIA (1949): AIA, Internal Control, Special Report by the Committee on Auditing Procedure, New York 1949.

AICPA, Committee on Auditing Procedure, (1963): American Institute of Certified Public Accountants, Committee on Auditing Procedure, Statements on Auditing Procedure No, 33: Auditing Standards and Procedures, New York 1963.

Akerman (1942): Akerman, Johan, Die Zeitsymmetrie der Erfahrungen und der Erwartungen, in: Archiv für mathematische Wirtschafts- und Sozialforschung, Bd. 8 (1942), S. 20-24.

Albach (1961): Albach, Horst, Entscheidungsprozeß und Informationsfluß in der Unternehmensorganisation, in: Organisation, TFB-Handbuchreihe, 1. Bd., hrsg. von Erich Schnaufer und Klaus Agthe, Berlin und Baden-Baden 1961, S. 335-402.

Albach (1962): Albach, Horst, Die Prognose im Rahmen unternehmerischer Entscheidungen, in: Diagnose und Prognose als wirtschaftswissenschaftliche Methodenprobleme, Schriften des Vereins für Sozialpolitik, N.F. Bd. 25, hrsg. von H. Giersch und K. Borchard, Berlin 1962, S. 201-214.

Albach (1967): Albach, Horst, Die Koordination der Planung in Großunternehmen, in: Rationale Geschäftspolitik und Planung in der Wirtschaft von heute, hrsg. von E. Schneider, Berlin 1967, S. 332 ff.

Albach (1969a): Albach, Horst, Art. Informationswert, in: HdO, hrsg. von Erwin Grochla, Stuttgart 1969, Sp. 720-727.

Albach (1969b): Albach, Horst, Art. Teamtheorie, in: HdO, hrsg. von Erwin Grochla, Stuttgart 1969, Sp. 1629-1636.

Albach (1969c): Albach, Horst, Beiträge zur Unternehmensplanung, (USW-Schriften für Führungskräfte, hrsg. von H. Albach, W. Busse von Colbe, L. Vaubel, Bd. 2), Wiesbaden 1969.

Allais (1953): Allais, M., Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Américaine, in: Econometrica, vol. 21 (1953), S. 503-546.

Alrich (1970): Alrich, John C., Keypunch Replacement Equipment, in: Datamation, Juni 1970, S. 79-89.

Andersson (1969): Andersson, P. L., Optical Character Recognition - A Survey, in: Datamation, Juli 1969, S. 43-48.

Anthony (1964): Anthony, Robert N., Framework For Analysis, in: Management Services, I (March-April, 1964), S. 18-24; wiederabgedruckt in: Information for Decision Making: Quantitative and Behavioral Dimensions, hrsg. von A. Rappaport, Englewood Cliffs, S. 99-108.

Anthony (1965): Anthony, Robert N., Planning and Control Systems - A Framework for Analysis, Boston 1965.

Appel (1970): Appel, Peter, Schweizerische Versuche zur Realisierung integrierter Systeme der Planung, Steuerung und Kontrolle in der Fertigungsindustrie, Bern und Stuttgart 1970.

Arbeitskreis Ludewig (1967): Arbeitskreis Ludewig der Schmalenbach - Gesellschaft, Die Vorratsinventur, Herkömmliche und moderne Systeme und Verfahren, Köln und Opladen 1967.

Arnoff und Sengrupta (1961): Arnoff, E. Leonard und Sengrupta, S. Sankar, Mathematical Programming, in: Progress in Operations Research, Russell L. Ackoff (Hrsg.), vol. 1, New York 1961.

Art. Industrie Spionage (1972): Art. Industrie Spionage, in: Der Spiegel, 26. Jg. (1972), Nr. 13, S. 46-60.

Art. Lagerbuchführung (1960): Art. Lagerbuchführung (Christoph Voigtländer-Tetzner), in: HdB, Hrsg., H. Seischab und K. Schwantag, 3. völlig neu bearbeitete Aufl., Stuttgart 1960, Sp. 3649 ff.

Bachmann und Williams (1964): Bachman, C. W. und Williams, S. B., A General Purpose Programming System for Random Access Memories, in: Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, Part I, San Francisco, Oktober 1964, S. 411-422.

Bachmann (1965a): Bachman, Charles W., Integrated Data Store, in: DPMA Quarterly, Januar 1965, S. 10-29.

Bachman (1965b): Bachman, Charles W., Software for Random Access Processing, in: Datamation, April 1965.

Bachman (1969): Bachman, Charles W., Data Structure Diagrams, in: Data Base, vol. 1, No. 2 (1969).

Baetge (1967): Baetge, Jörg, Einschränkung des Pfennigrechnens im Rechnungswesen, in: ZfbF, 19. Jg. (1967), S. 185-205.

Baginsky (1970): Baginski, Peter, Real-Time-Systeme - Möglichkeiten und Methoden, in: adl-Nachrichten, Zeitschrift für Informationsverarbeitung, Juli-August 1970, S. 308-320.

Bairstow (1970): Bairstow, N., A Review of Systems Evalution Packages, in: Computer Decisions, Juni 1970, S. 20.

Baldus (1969): Baldus, Theodor, Datenerfassung, in: Handwörterbuch der Organisation, hrsg. von E. Grochla, Stuttgart 1969, Sp. 361-366.

Ballmann (1969): Ballmann, Wilhelm (Hrsg.), Revision der elektronischen Datenverarbeitung - Erarbeitet im Arbeitskreis "Revision bei Elektronischer Datenverarbeitung" des Instituts für Interne Revision, Berlin 1969.

Bauer (1967): Bauer, K., Kurven- und Punktschreiber, in: Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, hrsg. von K. Steinbuch, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1967, S. 735-753.

Bauner und Mertens (1967): Bauner, J. und Mertens P., Ansätze zur assoziativen Recherche bei der automatischen Informationserschließung, in: Elektronische Datenverarbeitung, 9. Jg. (1967), Heft 9, S. 429-432.

Beckmann (1958): Beckmann, M. J., Decision and Team Problems in Airline Reservations, in: Econometrica, vol. 26 (1958), S. 134-145.

Bernoulli (1738): Bernoulli, Daniel, Specimen theoriae novae de mensura sortis, in: Commentarii academicae scientiarum imperialis Petropolitanae, Jg. 5 (1738), S. 175-192; deutsche Übersetzung von Alfred Pringsheim, Versuch einer neuen Theorie der Wertbestimmung von Glücksfällen; eine leichter zugängliche englische Übersetzung findet sich in: Econometrica, vol. 22 (1954), S. 23-36.

Berthel (1967): Berthel, Jürgen, Informationen und Vorgänge ihrer Bearbeitung in der Unternehmung, Berlin 1967.

Bierfelder (1968): Bierfelder, Wilhelm H., Optimales Informationsverhalten der Unternehmung, Berlin 1968.

Billeter (1969): Billeter, Ernst P., Entscheidungstafeln, in: Handwörterbuch der Organisation, hrsg. von E. Grochla, Stuttgart 1969, Sp. 506-512.

Binger (1967): Binger, James H., The Computer: Engine of the Eighties, in: Advanced Management Journal of the Society for Advancement of Management, vol. 32 (1967), Nr. 1, S. 21-27; wiederabgedruckt in: Computers and Management, Hrsg. D. H. Sanders, New York, 1970, S. 444-452.

Blau (1966/67): Blau, Helmut, Die Planung von Management-Informationssystemen, in Bürotechnik und Organisation, Artikelreihe in 15 Teilen im 7. und 8. Jg. (1966 und 1967), 15. Teil und Schluß; Heft 12, S. 600-602.

Blumenthal (1969): Blumenthal, Sherman C., Management Information Systems. A Framework for Planning and Development, Englewood Cliffs 1969.

Bobrow und Raphael (1964): Bobrow, Daniel G. und Raphael, Bertram, A Comparison of List - Processing Computer Languages, in: Communications of the ACM, April 1964, S. 231-240.

Böhm (1968): Böhm, F., Zur Kostenanalyse der Datenerfassung, in: Organisation und Betrieb, 22. Jg. (1968), Nr. 1, S. 7 ff.

Bössmann (1967): Bössmann, Eva, Die ökonomische Analyse von Kommunikationsbeziehungen in Organisationen, Berlin-Heidelberg-New York 1967.

Boni (1963): Boni, Impact of EDP on Auditing, in: JoA, vol. 116, September (1963).

Bonini (1967): Bonini, Charles P., Simbulation of Information and Decision Systems in the Firm, Chicago 1967.

Boutell (1965): Boutell, Wayne, S., Auditing through the Computer, in: JoA, vol. 120 (1965), Nr. 5, S. 41-47.

Boutell (1966): Boutell, Wayne S., Auditing with the Computer, Berkeley und Los Angelos 1966,

Bower und Sefert (1965): Bower, James B., und Sefert, Bruce J., Human Factors in Systems Design, in: Management Services, vol. 2 (1965), November-Dezember, S. 39-50; wiederabgedruckt in: Computers and Management, hrsg. von D. H. Sanders, New York 1970, S. 349-364.

Brenneis/Roth/Schultheiß (1969): Brenneis, Josef, Roth, Werner und Schultheiß, Rainer R., EDV für das gesamte Rechnungswesen, Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen in der Betriebspraxis, 2. Aufl., Köln-Braunsfeld 1969.

Bereska (1967): Bereska, Detlev, Die Organisation der betrieblichen Datenverarbeitung, München 1967.

Brick und Chase (1970a): Brick, Donald B. und Chase, Edward N., Technology Profile, Interactive CRT Display Terminals, Part 1 - The Technology of the Market, in: Modern Data, Mai 1970, S. 62-69.

Brick und Chase (1970b): Brick, Donald und Chase, Edward N., Technology Profile, Interactive CRT-Terminals, Part 2 - Alphanumeric CRT-Terminals, in: Modern Data, Juni 1970, S.70-85.

Brick und Chase (1970c): Brick, Donald B. und Chase, Edward N., Technology Profile, Interactive CRT Display Terminals, Part 3 - Graphic CRT Terminals, in: Modern Data, Juli 1970, S. 60-68.

The British Computer Society (1970): The British Computer Society (Hrsg.), Computer Audit-Packages - Information Retrieval and Specialised Audit Features, Berichte über ein Symposium am 9.4.1970, London [1970].

Brown (1968): Brown, Harry L., EDP for Auditors, New York, London, Sydney 1968.

Buchan und Cyert (1957): Buchan, Joseph F. und Cyert, Richard M., Reduction of Clerical Costs in the Processing of Vendors' Invoices, in: Trueblood, Robert M. und Cyert Richard W., Sampling Techniques in Accounting, Englewood Cliffs 1957, S. 128-137.

Buchholz (1963): Buchholz, Werner, File Organization and Addressing, in: IBM Systems Journal, vol. 2, Juni 1963, S. 86-111.

Buchwald (1971): Buchwald, Werner M., Kontrollen des Rechnungswesens in einem Echtzeitsystem, in: Das Rechnungswesen bei automatisierter Datenverarbeitung, Studienkreis Finanzpräsident Schröder, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 9), Wiesbaden 1971, S. 135-141.

Byrns (1969): Byrns, Paul D., Considerations in Designing a Computer Communications System, in: Datamation, Oktober 1969, S. 78-83.

Canadian Institute (1970): Canadian Institute of Chartered Accountants - Study Group on Computer Control and Audit Guidelines, Computer control guidelines, Toronto 1970.

Canning (1968 , Nr. 4): Canning, R. W., (Hrsg.), Data Processing Planning via Simulation, in: EDP-Analyzer, vol. 6 (1968), Nr. 4.

Canning (1971 , Nr. 9): Canning, R. W. (Hrsg.), Improvements in Data Entry, in: EDP-Analyzer, vol. 9 (1971), Nr. 9.

Canning (1971, Nr. 10): Canning, R. W., (Hrsg.), Improvements in Data Entry, in: EDP-Analyzer, vol. 9 (1972), Nr. 10.

Carey (1970): Carey, Robert F., A History of Keyed Data Entry, in: Datamation, June 1970, S. 73-76.

CODASYL (1962): CODASYL Development Committee, An Information Algebra, Phase I Report - Language Structure Group, in: Communications of the ACM, April 1962, S. 190-204.

CODASYL (1969): CODASYL Systems Committee, A Survey of Generalized Data Base Management Systems, Association for Computing Machinery, New York 1969.

Cole (1965): Cole, Kenneth C., Evaluating Proposals from Computer Manufacturers, in: Management Services, vol. 2 (1965), No. 6, S. 28-34; wiederabgedruckt in: Contemporary Accounting and the Computer, hrsg. von L. W. Hein, Belmont 1969.

Comfort (1964): Comfort, W. T., Multiword List Items, in: Communications of the ACM, Juni 1964, S. 357-362.

Comress (1969): Comress Inc. (Hrsg.), Selected Examples of SCERT Simulation Reports, Washington o. J. [1969].

Davidson (1969): Davidson, T. A., Design guidelines to minimize transcription errors in information systems input, in: The Office, November 1969, S. 55-58.

Davis (1967): Davis, Gordon B., Standards for Computers and Information Processing, in: The Journal of Accountancy, vol. 124 (1967), Nr. 3, S. 52-57.

Davis (1968): Davis, Gordon B., Auditing EDP, Published by the AICPA, New York 1968.

Davis (1968a): Davis, Gordon B., The Auditor and the Computer, in: The Journal of Accountancy, vol. 125 (1968), Nr. 3, S. 44-47.

Davis (1969): Davis, Gordon B., Computer Data Processing, New York 1969.

Debreu (1957): Debreu, G., Representation of a Preference Ordering by a Numericae Function, in: Decision Processes, Hrsg.: R. M. Thrall, C. H. Coombs und R. L. Davis, New York-London 1957, S. 159-165.

Deming (1960): Deming, W. Edwards, SampleDesign in Business Research, New York, London 1960.

Diamond und Selwyn (1968): Diamond, Daniel S. und Selwyn, Lee L., Considerations for Computer Utility Pricing Policies, in: Proceedings AFIPS, Fall Joint Computer Conference, 1968, Part I.

Dill und Adams (1964): Dill, Leland S. und Adams, Donald L., Automated Auditing, in: JoA, vol. 117 (1964), Nr. 5, S. 54-59.

Dinkelbach (1969): Dinkelbach, W., Sensitivitätsanalyse und parametrische Programmierung, Berlin, Heidelberg, New York 1969.

Dworatschek (1971): Dworatschek, Sebastian, Einführung in die Datenverarbeitung, 4. verbesserte Aufl., Berlin-New York 1971.

Ebel (1969): Ebel, Peter, Die elektronische Datenverarbeitungsanlage als Revisionsgehilfe, in: Zeitschrift Interne Revision, 1. Jg. (1966), S. 129-137.

Ehrt (1967): Ehrt, Robert, Die Anwendung von Stichprobenverfahren im Rechnungswesen (Veröffentlichungen der Wirtschaftshochschule Mannheim, hrsg. von H. G. Schachtschabel, Bd. 18), Stuttgart 1967.

Emery (1969): Emery, James C., Organizational Planning and Control Systems, Theory and Technology, New York, London 1969.

Emery und Ness (1971): Emery, James C. und Ness, David N., A Man-Machine Budgeting System, in: Management Information Systems: Progress and Perspective, hrsg. von C. H. Kriebel, R. L. van Horn und J. T. Hedmes, Pittsburgh 1971, S. 447-466.

Engels (1962): Engels, Wolfram, Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie, (Beiträge zur betriebswirtschaftlichen Forschung, Bd. 18), Köln und Opladen 1962.

Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme im Jahr (1966): Fachausschuß für moderne Abrechnungssysteme des IdW, Zur Auslegung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung beim Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen, in: WPg, 19. Jg. (1966), S. 344-352.

FG Nr. 1/67 (1967): FG Nr. 1/67, Grundsätze ordnungsmäßiger Durchführung von Abschlußprüfungen, in: Die Fachgutachten und Stellungnahmen des Instituts der Wirtschaftsprüfer auf dem Gebiete der Rechnungslegung und Prüfung, Ergänzung 1967, bearbeitet von Robert Kenntemich, Düsseldorf 1967.

Farmer (1970): Farmer, Jerome, Auditing and the Computer - A Suggested Program, in: JoA, vol. 130 (1970 Nr. 7, S. 53-56.

Feidelman (1969): Feidelman, Lawrence, A Primer on Source Data Automation, in: Data Processing Magazine, September 1969, S. 26-36.

Feltham (1968): Feltham, Gerald A., The Value of Information, in: AR, vol. XLIII, No. 4 (1968), S. 684-696.

Frese (1970): Frese, E., Zur wirtschaftlichen Gestaltung komplexer Informationssysteme, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), S. 267-280, Wiesbaden 1970.

Fischbach und Büttgen (1968): Fischbach, Franz und Büttgen, Peter, Organisation und Technik der Datenfernübertragung, Mainz 1968.

Freerichs (1966): Freerichs, Wolfgang, Moderne Buchführungsverfahren und Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung, Diss. Würzburg 1966.

Gäfgen (1968): Gäfgen, Gérard, Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung. Untersuchungen zur Logik und ökonomischen Bedeutung des rationalen Handelns, 2. Aufl., Tübingen 1968.

General Electric (CPB - 1048): General Electric Companany (Hrsg,), An Introduction to IDS, Phoenix, Publications-Nr. CPB - 1048.

General Electric (CPB - 1547): General Electric Company (Hrsg.), File Restructuring, Phoenix, Publications-Nr. CPB - 1547.

Gerschefski (1968): Gerschefski, George W., The Development and Application of a Corporate Financial Model, The Planning Executives Institute, Oxford/Ohio 1968.

Gerschefski (1969): Gerschefski, George W., Building a Corporate Financial Model, in: Harvard Business Review, vol. 47, Nr. 4, Juli-August 1969, S. 61-72.

Gerschefksi (1970): Gerschefski, George W., Corporate Models - The State of the Art, in: Corporate Simulation Models, hrsg. von A. N. Schrieber, Seattle 1970, S. 26-42.

Gewald und Kasper (1970): Gewald, K. und Kasper, K., Betriebsweisen elektronischer Datenverarbeitungssysteme, Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung, (Schriften zur Unternehmensführung, Hrsg. H. Jacob, Bd. 12), Wiesbaden 1970, S. 53-66.

Graef, Greiller und Hecht (1970); Graef, Martin, Greiller, Reinald und Hecht, Gunda, Datenverarbeitung im Realzeitbetrieb, München und Wien 1970.

Gressbach (1970): Gressbach, Rolf, Die Personalplanung in einem Management-Information-System (MIS), in: Industrielle Organisation, (1970), S. 375-378.

Grob (1970): Grob, Ernst, Zum organisatorischen Vorgehen bei der Planung eines MIS, in: Industrielle Organisation, (1970), S. 360-365.

Grochla (1964): Grochla, Erwin, Art. Planung, betriebliche, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, hrsg. von E. v. Beckerath, H. Beute u. a., 8. Bd., Stuttgart, Tübingen, Göttingen 1964, S. 314-325.

Grochla (1966): Grochla, Erwin, Automation und Organisation. Die technische Entwicklung und ihre betriebswirtschaftlich organisatorischen Konsequenzen, Wiesbaden 1966.

Grochla (1969): Grochla, Erwin, Betriebsinformatik und Wirtschaftsinformatik als notwendige anwendungsbezogene Ergänzung einer allgemeinen Informatik, in: ZfO, (1969), S. 228-232.

Grochla (1969a): Grochla, Erwin, Zur Diskussion über die Zentralisationswirkung automatischer Datenverarbeitungsanlagen, in: ZfO, 38. Jg. (1969), S. 47-53.

Grochla (1970): Grochla, Erwin, Grundprobleme der Wirtschaftlichkeit in automatisierten Datenverarbeitungssystemen, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), S. 15-34, Wiesbaden 1970.

Grochla (1971): Grochla, Erwin, Das Büro als Zentrum der Informationsverarbeitung im strukturellen Wandel, in: Das Büro als Zentrum der Informationsverarbeitung, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 10) Wiesbaden 1971, S. 11-32.

Grochla (1971a): Grochla, Erwin, Auswirkungen der automatisierten Datenverarbeitung auf die Unternehmensplanung, in: ZfbF, 23. Jg. (1971), S. 719-732.

Haarmann (1967): Haarmann, Paul, Die Auswirkungen der elektronischen Datenverarbeitung auf die Tätigkeit des Wirtschaftsprüfers unter besonderer Berücksichtigung der aktienrechtlichen Pflichtprüfung, Diss. Hamburg 1967.

Haberlandt (1970): Haberlandt, Karlheinz, Der Einfluß der automatisierten Datenverarbeitung auf die Organisation der Unternehmung, in: Automatisierte Datenverarbeitung in Forschung und Praxis, hrsg.v. K.Haberlandt, Ludwigshafen 1970, S. 43-63.

Hammer (1970): Hammer, Helmut, Integrierte Produktionssteuerung mit Modularprogrammen. Erfahrungen, Probleme, Möglichkeiten, Wiesbaden 1970.

Hartmann (1961): Hartmann, B., Betriebswirtschaftliche Grundlagen der automatisierten Datenverarbeitung, Freiburg 1961.

Hartmann (1968): Hartmann, Bernhard, Die künftige Entwicklung der integrierten Datenverarbeitung, in: Die Unternehmung, 22. Jg. (1968), Heft 2, S. 114-128.

H. Hax (1965): Hax, Herbert, Die Koordination von Entscheidungen. Ein Beitrag zur betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Köln 1965.

H. Hax (1969): Hax, Herbert, Die Koordination von Entscheidungen in der Unternehmung, in: Unternehmerische Planung und Entscheidung, (Bochumer Beiträge zur Unternehmensführung und Unternehmensforschung, hrsg. von W. Busse von Colbe und P. Meyer-Dohm, Bd. 2), Bielefeld 1969, S. 39-54.

K. Hax (1971): Hax, Karl, Grundlagen unternehmerischer Entscheidungen in der Wirtschaftspraxis, in: Computer-gestützte Entscheidungen in Unternehmungen, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 12), Wiesbaden 1971, S. 13-22.

Head (1970): Head, Robert V., The Elusive MIS, in: Datamation, September 1970, S. 22-27.

Heinen (1972): Heinen, Edmund, (Hrsg.), Industriebetriebslehre, Entscheidungen im Industriebetrieb, Wiesbaden 1972.

Heinlein (o.J.): Heinlein, L., Über Inputträger der Elektroneneinheiten und Gewinnung der Eingabewerte, in: Rechnungswesen, Revision, Automation, hrsg. vom Hessischen Institut für Betriebswirtschaft, Köln und Frankfurt o.J., S. 74-85.

Heinrich (1969): Heinrich, Lutz J., Zur rechnerischen Lösung von Organisationsproblemen mit Hilfe der Graphentheorie, in: Rechnungswesen und Betriebswirtschaftspolitik, hrsg. von M. Layer und H. Strebel, Berlin 1969, S. 169-179.

Helbig (1971): Helbig, Manfred, Programmierte Kontrollen im Rechnungswesen, in: Das Rechnungswesen bei automatisierter Datenverarbeitung, Studienkreis Finanzpräsident Schröder, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 9), Wiesbaden 1971, S. 101-115.

Herman (1967): Herman, D. J., SCERT: A Computer Evaluation Tool, in: Datamation, Februar 1967.

Herman und Ihrer (1964): Herman, D. J. und Ihrer, F. H., The Use of a Computer to Evaluate Computers, in: AFIPS Conference Proceedings, Spring Joint Computer Conference, vol. 25 (1964), S. 383-394.

Herstein (1953): Herstein, I. N. und J. Milnor, An Axiomatik Approach to Measurable Utility, in: Econometrica, vol. 21 (1953), S. 291-297.

Hertz (1964): Hertz, David B., Risk Analysis in Capital Investment, in: HBR, Januar-Februar 1964, S. 95-106.

Hix und Magsam (1970): Hix, Frank, C. und Magsam, John, E., A Large Scale Data Entry System for the IRS, in: Datamation, Juni 1970, S. 106-109.

Hofmann (1971): Hofmann, Kurt, Kontrolle einer Finanzbuchhaltung, in: Das Rechnungswesen bei automatisierter Datenverarbeitung, Studienkreis Finanzpräsident Schröder, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 9), Wiesbaden 1971, S. 81-99.

Homer (1962): Homer, Eugene D., A Generalized Model for Analyzing Management Information Systems, in: MS, Juli 1962, S. 500-515.

Hopperdietzel (1967): Hopperdietzel, Wolfgang, Wirtschaftlichkeitsrechnung für elektronische Datenverarbeitungsanlagen, Diss. Nürnberg 1967.

Hopperdietzel (1970): Hopperdietzel, W., Bewertung der Kosten- und Leistungsfaktoren, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation. Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 177-198.

Horngreen (1967): Horngreen, Charles T., Cost Accounting, a managerial emphasis, second edition, Englewood Cliffs 1967.

Horwitz (1970): Horwitz, Geoffrey, B., EDP Auditing - The Coming of Age, in: JoA, vol. 130, 1970, Nr. 8, S. 48-56.

Huesmann und Goldberg (1967): Huesmann, L. Rowell und Goldberg, Robert P., Evaluating Computer Systems through Simulation, in: The Computer Journal, vol. 10, Nr. 2, August 1967.

Hundegger (1962): Hundegger, Gerd, Die Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung und die moderne Datenverarbeitung, Diss. München 1962.

IBM (o.J.): IBM (Hrsg.), Publikation über Teleprocessing, Publikations-Nr. A 24-3089.

IBM (1967): IBM, Ordnungsmäßigkeit und Prüfungstechnik bei elektronischer Datenverarbeitung, Publikations-Nr. 80641-1, Sindelfingen 1967.

IBM (1969a): IBM (Hrsg.), Introduction to IBM System/360, Direct Access Storage Devices and Organization Methods, Publikations Nr. GC 20-1649-4, New York 1969.

IBM (1969b): IBM (Hrsg.), IBM System/360 Operating System, Concepts and Facilities, Publikations-Nr. S 360-20, New York 1969.

IdW, WP-Handbuch (1968): Institut der Wirtschaftsprüfer (Hrsg.), Wirtschaftsprüfer-Handbuch 1968, Düsseldorf 1968.

Ihrer (1967): Ihrer, F. C., Computer Performance Projected Through Simulation, in: Computers and Automation, April 1967.

Iverson (1962): Iverson, Kenneth E., A Programming Language, New York 1962.

H. Jacob (1970): Jacob, Herbert, Marginalien des Herausgebers, in: Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung, (Schriften zur Unternehmensführung, Hrsg. H. Jacob, Bd. 12), Wiesbaden 1970, S. 1-6.

O. H. Jacobs (1970): Jacobs, O. H., Zur Problematik bei der Anwendung von Verfahren der Investitionsrechnung für die Einsatzplanung von ADVA, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 281-294.

Jentzsch (1970): Jentzsch, A., Voraussetzungen einer rationalen ADV-Einsatzentscheidung, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 295-304.

John und Nissen (1970): John, Richard C. und Nissen, Thomas J., Evaluating Internal Control in EDP Audits, in: JoA, vol. 130, (1970), Nr. 2 S. 31-38.

Kargl und Schaefer (1968): Kargl, Herbert und Schaefer, Bernd, Methoden zur Auswahl von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, in: Zeitschrift für das gesamte Rechnungswesen, 14. Jg. (1968), S. 217-221.

Katzan (1970): Katzan, Harry Jr., Advanced Programming and Operating Systems, New York 1970.

Kaufman (1961): Kaufman, Felix, Electronic Data Processing and Auditing, New York 1961.

Kittel und Mertens (1965): Kittel, H. und Mertens, P., Einige quantitative Untersuchungen zur Größendegression von Datenverarbeitungsanlagen, in: Elektronische Datenverarbeitung, 7. Jg. (1965), S. 255-262.

Kleitz und Braunsdorf (1967): Kleitz, Horst und Braunsdorf, Peter, Neue Wege der Datenerfassung - Direkteingabe mit der Optischen Anzeige IBM 2260, in: IBM Nachrichten, 17. Jg., Heft 185, (1967) S. 705-708.

Kliem (1967): Kliem, H., Kostenanalyse der Datenerfassung, in: Organisation und Betrieb, 22. Jg. (1967), Nr. 11, S. 9-13.

Knight (1921): Knight, Frank H., Risk, Uncertainty and Profit, Boston 1921, reprinted New York 1965.

Koch (1960a): Koch, Helmut, Zur Diskussion in der Ungewißheitstheorie, in: ZfhF, 12. Jg. (1960), S. 49-75.

Koch (1960b): Koch, Helmut, Probleme unternehmerischer Prognose, in: Wirtschaftsprognose und Wirtschaftsgestaltung, hrsg. von H. Bayer, Berlin 1960, S. 57-81.

Koch (1961): Koch, Helmut, Betriebliche Planung, Grundlagen und Grundfragen der Unternehmenspolitik, Wiesbaden 1961.

Koch (1962): Koch, Helmut, Über eine allgemeine Theorie des Handelns, in: Zur Theorie der Unternehmung, Festschrift zum 65. Geburtstag von Erich Gutenberg, hrsg. von H. Koch, Wiesbaden 1962, S. 367-423.

Koch (1970): Koch, Helmut, Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung, Probleme der betrieblichen Entscheidungslehre, Wiesbaden 1970.

Koch (1972): Koch, Helmut, Die zentrale Globalplanung als Kernstück der integrierten Unternehmensplanung, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 222-252.

Kölbel und Machracz (1969): Kölbel, Peter und Machracz, Hans Peter, Revision und Wirtschaftsprüfung bei elektronischer Datenverarbeitung, München 1969.

Kolmogoroff (1933): Kolmogoroff, A., Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Berlin 1933.

Koreimann (1969): Koreimann, Dieter, Management-Informations-Systeme, in: Neue Betriebswirtschaft und betriebswirtschaftliche Datenverarbeitung, 22. Jg. (1969), Nr. 1, S. 7-13.

Kosiol (1966): Kosiol, Erich, Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum, Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Reinbeck bei Hamburg 1966.

Kramer (1965): Kramer, Rolf, Information und Kommunikation. Betriebswirtschaftliche Bedeutung und Einordnung in die Organisation der Unternehmung, Berlin 1965.

Krelle (1968): Krelle, Wilhelm unter Mitarbeit von Dieter Coenen, Präferenz- und Entscheidungstheorie, Tübingen 1968.

Kriebel/van Horn/Heames (1971): Kriebel, Charles H., van Horn, Richard L. und Heames, Timothy (Hrsg.) Management Information Systems: Progress and Perspectives, Pittsburgh 1971.

Kriebel und van Horn (1971): Kriebel, Charles H. und van Horn, Richard L., Management Information Systems, in: Management Information Systems, Progress and Perspectives, hrsg. von C. H. Kriebel, R. L. van Horn und J. T. Heames, Pittsburgh 1971, S. 13-40.

Kirsch (1970a): Kirsch, Werner, Entscheidungsprozesse, Erster Band: Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie, Wiesbaden 1970.

Landon (1970): Data Preparation at Blue Cross, in: Datamation, Juni 1970, S. 91-92.

Landsman (1970): Landsman, B. A., letter to the editor, in: Datamation, September 1970, S. 11.

Lange (1933): Lange, Oskar; On the Determinateness of the Utility Function, in: Review of Economic Studies, 1 (1933/34), S. 218-225.

Langers (1970): Langers, F., Die Aufstellung von Kriterien und einschränkenden Bedingungen zur Beurteilung von Leistungsfaktoren, in: Die

Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 63-66.

Lee (1967): Lee, Chong Hak, The Organizational Impact of Computers, in: Managent Services, vol. 4, (1967), Nr. 3, S. 39-43; wiederabgedruckt in: Contemporary Accounting and the Computer, hrsg. von L. W. Hein, Belmont 1969, S. 244-250.

Leffson (1969): Leffson, Ulrich, Das wirtschaftliche Prüfungswesen im System der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre, in: WPg, 22. Jg. (1969), S. 389-397.

Leffson (1970): Leffson, Ulrich, Die Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung, 2. veränderte und erweiterte Aufl., Düsseldorf 1970.

Leffson/Lippmann/Baetge (1969): Leffson, Ulrich, Lippmann, Klaus, Baetge, Jörg, Zur Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Urteilsbildung bei Prüfungen, (Schriftenreihe des Instituts für Revisionswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Hrsg. U. Leffson, Bd. 1), Düsseldorf 1969.

Lefkovitz und Pryws (1963): Lefkovitz, D. und Pryws, N.S., Automatic Stratification of Information, Proceedings of Spring Joint Computer Conference, Detroit, Mai 1963, S. 229-240.

Lenzen (1965): Lenzen, Hubert, Die Auswirkungen des Einsatzes elektronischer Datenverarbeitungsanlagen auf die Organisation des Rechnungswesens und die Prüfungsmethodik bei der aktienrechtlichen Abschlußprüfung, Diss. Köln 1965.

Li (1967): Li, David H., A Structural Check of Accounting Input Data in a Computer System, in: JoA, vol. 122 (1967), Nr. 6, S. 54-57.

Li (1968): Li, David H., Accounting-Computers-Management Information Systems, New York 1968.

Lieberman (1956): Lieberman, Irving, A Mathematical Model for Integrated Data Systems, in: MS, Juli 1956, S. 327-336.

Lindemann und Nagel (1968): Lindemann, Peter und Nagel, Kurt, Revision und Kontrolle bei automatisierter Datenverarbeitung, Neuwied-Berlin 1968.

Loitlsberger (1963): Loitlsberger, Erich, Zum Informationsbegriff und zur Frage der Auswahlkriterien von Informationsprozessen, in: Empirische Betriebswirtschaftslehre, Festschrift zum 60. Geburtstag von Leopold L. Illetschko, hrsg. von Erich Loitlsberger, Wiesbaden 1963, S. 115-135.

Luce (1957): Luce, R. Duncan und Howard Raiffer, Games and Decisions, New York-London 1957.

Lutz (1967): Lutz, T., Modularprogramme, in: Bürotechnik und Organisation, Jg. 8 (1967), S. 405 ff.

Lutz (1968): Lutz, Theo, Direktanfragen an eine Datenbank, in: Bürotechnik und Automation, 9. Jg. (1968), Heft 3, S. 96-100.

Lutz (1969): Lutz, Theo, Generalized Information System (GIS) - ein Exekutivsystem für Datenbankprobleme, in: IBM-Nachrichten, 19. Jg., Heft 195, S. 714-719.

Lutz und Beutler (1968): Lutz, Theo und Beutler, Hans, Management Information System (MIS), Begriffe und Konzeption für Management-Informationssysteme, in: IBM-Nachrichten, 18. Jg. (1968), Nr. 191, S. 367-374.

Lutz und Klimesch (1968): Lutz, Theo und Klimesch, Herbert Management Information Systems (MIS) (II); Die Datenbank und ihre Probleme, in: IBM-Nachrichten, 18. Jg. (1968), S. 457-471.

Mag (1970): Mag, Wolfgang, Die quantitative Erfassung der Kommunikationsstruktur und ihre Bedeutung für die Gestaltung der Unternehmensorganisation, in: ZfbF 1970, S. 22-49.

Mag (1971): Mag, Wolfgang, Planungsstufen und Informationsteilprozesse, in: ZfbF, 23. Jg., (1971), S. 803-830.

Markowitz (1959): Markowitz, H. M., Portfolio Selection, New York-London 1959.

Marschak (1950): Marschak, Jacob, Rational behavior, uncertain prospects, and measurable utility, in: Econometrica, vol. 18 (1950), S. 111-141.

Marschak (1954): Marschak, Jacob, Towards an Economic Theory of Organization and Information, in: Decision Processes, hrsg. von Thrall, Coombs und Davis, New York und London 1954.

Marschak (1955): Marschak, Jacob, Elements for a Theory of Teams, in: MS (1955), S. 127-137.

Marschak (1959): Marschak, Jacob, Efficient and Viable Organizational Forms, in: Modern Organization Theory, hrsg. von M. Haire, New York 1959.

Marschak (1960a): Marschak, Jacob, Theory of an Efficient Several Person Firm, in: American Economic Review, Vol. 50 (1960), S. 541-548.

Marschak (1960b): Marschak, Jacob, Binary-Choice Constraints and Random Utility Indicators, in: Mathematical Methods in the Social Sciences, hrsg. von K. J. Arrow, S. Karlin und P. Suppes, Stanford 1960.

Marschak (1963): Marschak, J., The Payoff-Relevant Description of States and Acts, in: Econometrica, vol. 31 (1963), S. 719-725.

Marschak (1964): Marschak, Jacob, Problems in Information Economics, in: Management Controls: New Directions in Basic Research, hrsg. von C. P. Bonini, R. K. Jaedicke und H. M. Wagner, New York, San Francisco, Toronto und London 1964, S. 38-74.

Marschak (1968a): Marschak, Jacob, Decision-Making: Economic Aspects, in: International Encyclopedia of the Social Sciences, vol. 4 (1968), S. 42-55.

Marschak (1968b): Marschak, Jacob, Economics of Inquiring, Communicating, Deciding, American Economic Review, vol. 58, (1968), S. 1-18.

Marschak (1971a): Marschak, Jacob, Efficient Choice of Information Services, in: Management Information Systems: Progress and Perspectives, hrsg. von C. H. Kriebel, R. L. van Horn und Y. T. Heames, Pittsburgh 1971, S. 61-79.

Marschak (1971b): Marschak, Jacob, Economics of Information Systems, in: Journal of American Statistical Association (1971), S. 192-219.

Marschak und Radner (1972): Marschak, Jacob und Radner, Roy, Economic Theory of Teams, New Haven und London 1972.

Martin (1967): Martin, James, Design of Real-Time Computer Systems, Englewood Cliffs 1967.

Marwedel (1970): Marwedel, H., Ökonomische Beschaffungsentscheidungen beim Einsatz von ADV-Anlagen - Kauf, Miete oder Leasing -, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 305-316.

Matz (1946): Matz, Adolph, Electronics in Accounting, in: The Accounting Review, vol. XXI (1946), S. 371-379; wiederabgedruckt in: Contemporary Accounting and the Computer, Hrsg. L. W. Hein, Belmont 1969, S. 60-71.

Mautz und Sharaf (1964): Mautz, R. K. und Sharaf, Hussein A., The Philosophy of Auditing, Menasha, Wisconsin, second printing 1964.

McCracken (1969): McCracken, Ralph, Optical Scanning Solves Critical Input Problem for H. J. Heinz, in: Data Management, Juli 1969, S. 22-25.

McGuire (1961): McGuire, C. B., Some Team Models of a Sales Organization, in: MS, vol. 7 (1961), S. 101-130.

Meadow (1967): Meadow, Charles T., The Analysis of Information Systems, A Programmer's Introduction of Information Retrieval, New York 1967.

Meffert (1968): Meffert, Heribert, Betriebswirtschaftliche Kosteninformationen, Ein Beitrag zur Theorie der Kostenrechnung, Wiesbaden 1968.

Meffert (1969): Meffert, Heribert, Zum Problem der betriebswirtschaftlichen Flexibilität, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 779-800.

Meigs und Larsen (1969): Meigs, Walter B. und Larsen, E. John, Principles of Auditing, fourth edition, Homewood, Illinois 1969.

Meller (1967): Studienkreis Dr. Meller, Die Gliederung der Datenverarbeitungsstelle und ihre Einordnung in die Organisation der Unternehmung, Wiesbaden 1967.

Mellwig (1972): Mellwig, Winfried, Anpassungsfähigkeit und Ungewißheitstheorie - Zur Berücksichtigung der Elastizität des Handelns in der Unternehmenstheorie, Tübingen 1972.

Menger (1934): Menger, Karl, Das Unsicherheitsmoment in der Wertlehre: Betrachtungen im Anschluß an das sogenannte Petersberger Spiel, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, 5 (1934), S. 459-484.

Menges (1968a): Menges, Günter, Entscheidungen unter Risiko und Ungewißheit, in: Entscheidung und Information, hrsg. von G. Menges, Frankfurt-Berlin 1968, S. 9-35.

Menges (1968b): Menges, Günter, Grundriß der Statistik-Teil 1: Theorie, Köln und Opladen 1968.

Menges (1969): Menges, Günter, Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen, Köln und Opladen 1969.

Mertens (1966): Mertens, Peter, Die Automation der Führungsinformation, in: ZfB, 36. Jg. (1966), S. 234-246.

Mertens (1968): Mertens, Peter, Zum Stand der Echtzeit-Fertigungssteuerung, in: Operations Research und Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung, hrsg. von K. F. Bussmann und P. Mertens, Stuttgart 1968, S. 285-289.

Mertens (1969): Mertens, Peter, Industrielle Datenverarbeitung, Wiesbaden 1969.

Mertens (1970): Mertens, Peter, Untersuchungen zum Gesetz der Kostendegression in der ADV, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 199-220.

Mertens (1972): Mertens, Peter, Buchbesprechung von: Hedberg, Bo, Man Computer-Interaction in Organizational Decision Making. A Behavioral Approach, Göteborg 1970, in: ZfbF, 24. Jg., Heft 5, 1972, S. 345-346.

Mertens und Kress (1970): Mertens, Peter und Kress, Heinz, Mensch-Maschinen-Kommunikation als Hilfe bei Entscheidungsvorbereitung und Planung, in: ZfbF, 40. Jg.(1970), S. 1-21.

Minsky,(1963): Minsky, Marvin, Steps Toward Artificial Intelligence, in: Computers and Thought, hrsg. von E. A. Feigenbaum und J. Feldman, New York 1963, S. 406-450.

Minz (1968): Minz, Günter, Was muß der Wirtschaftsprüfer von der maschinellen Datenverarbeitung wissen? in: Die Wirtschaftsprüfung, 21. Jg. (1968), S. 412-420.

Mitre (1969): Mitre Corporation (Hrsg.), Data Management Systems Survey, erhältlich von: Clearing_house for Federal Scientific and Technical Information, Springfield, Virginia, Publikations-Nr. AD 684707, Mai 1969.

Miyasawa und Marschak (1968): Miyasawa, K. und Marschak, J., Economic Comparability of Information Systems, in: International Economic Review, Juni (1968), S. 137-174.

Montgomery's Auditing (1957): Montgomery's Auditing, hrsg. von Lenhard, Norman J. und Defliese, Philip L., 8. Aufl., New York 1957.

Moore und Yocom (o. J.): Moore, Michael R. und Yocom, Richard H., The AY Audit/Management System: An Information Tool for Auditors and Managers, in: Computer Auditing in the Seventies (Hrsg. Arthur Young & Company), o. O., o. J., S. 29-39.

Morgan (1968): Morgan, Bruce,W., An Introduction to Bayesian Statistical Decision Processes, Englewood Cliffs 1968.

Morton (1971a): Morton, Michael Scott, Management Decision Systems, Boston 1971.

Morton (1971b): Morton, Michael Scott, Strategy for the Design and Evoluation of an Interactive Display System for Management Planning, in: Management Information Systems: Progress and Perspectives, hrsg. von C. H. Kriebel, R. K. van Horn und J. T. Heames, Pittsburgh 1971, S. 415-434.

Morton und McCosh (1968): Mortin, M, S. und McCosh, A. M., Terminal Costing for Better Decisions, in: Harvard Business Review, vol. 46 (1968), Nr. 3, S. 147-156.

Müller (1969): Müller, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme, Wiesbaden 1969.

Müller (1970): Müller, Wolfgang, Aufgaben und Gestaltung betrieblicher Informationssysteme, in: EDV als Instrument der Unternehmensführung, (Schriften zur Unternehmensführung, Hrsg. H. Jacob, Bd. 13), Wiesbaden 1970, S. 19-40.

Müller und Enders (1968): Müller, Günther und Enders, Kurt, Maschinelle Verfahren zur Optimierung des Einsatzes von Datenverarbeitungsanlagen, in: WPg, 21. Jg. (1968), Nr. 3, S. 57-63.

Neubert (1959): Neubert, Helmut , Internal Control, Kontrollinstrument der Unternehmensführung, Düsseldorf 1959.

Neubert und Göbel (1966): Neubert, Helmut und Göbel, Horst, Zur Frage der Programmprüfung, in: WPg, 19. Jg. (1966), S. 353.

von Neumann und Morgenstern (1967): von Neumann, John und Morgenstern, Oskar, Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, 2. unveränd. Aufl., Würzburg 1967.

Newell und Tonge (1960): Newell, A. und Tonge, F. M., An Introduction to Information Processing Language-V, in: Communications of the ACM, April 1960, S. 205-210.

Nichols (1969): Nichols, Gerald E., On the Nature of Management Informations, in: Management Accounting, April 1969, S. 9-13; wiederabgedruckt in: Computers and Management, hrsg. von D. H. Sanders, New York 1970, S. 30-41.

zur Nieden (1971): zur Nieden, Manfred, Maschinelle Datenverarbeitungssysteme in der Unternehmung, Ziele, Elemente, Strukturen, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. Erwin Grochla, Bd. 11), Wiesbaden 1971.

zur Nieden (1971a): zur Nieden, Manfred, Organisatorische Probleme der Kommunikation bei maschineller Integration der betrieblichen Informationsverarbeitung, in: Das Büro als Zentrum der Informationsverarbeitung (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 10), Wiesbaden 1971, S. 267-314.

Nielsen (1968): Nielsen, Norman R., Flexible Pricing: An Approach to the Allocation of Computer Ressources, in: Proceedings AFIPS, Fall Joint Computer Conference, 1968, Part I.

Nielsen (1970): Nielsen, Norman R., The Allocation of Computer Ressources - Is Pricing the Answer?, in: Communications of the ACM, vol. 13 (1970), Nr. 8, S. 467-474.

Nolle (1970): Nolle, Friedrich K., Datenfernverarbeitung, Köln-Braunsfeld 1970.

Nunamaker (1969): Nunamaker, J. F., On the Design and Optimization of Information Processing Systems, Diss. Case Western Reserve University 1969.

Olle (1970): Olle, William T., MIS: Data Bases, in: Datamation, November 1970.

Opler (1965): Opler, A., Dynamic Flow of Programs and Data Through Hierarchical Storage, in: 1965 IFIP Congress Proceedings, vol. 1, Washington 1965, S. 273-276.

Perlis und Thornton (1960): Perlis, Alan J. und Thornton, C., Symbol Manipulation by Threaded Lists, in: Communications of the ACM, April 1960, S. 195-204.

Pfohl (1972): Pfohl, Hans-Christian, Zur Problematik von Entscheidungsregeln, in: ZfB, 42. Jg. (1972), S. 305-336.

Pinkney (1968): Pinkney, A., An audit approach to computers, London 1968.

Popper (1966): Popper, Karl R., Logik der Forschung, 2. erweiterte Auflage, Tübingen 1966.

Porter (1964): Porter, W. T., Evaluating Internal Controls in EDP Systems, in: The Journal of Accountancy, vol. 118 (1964), Nr. 8.

Porter (1965): Porter, W. T., A Control Framework for Electronic Systems, in: The Journal of Accountancy. Vol. 120 (1965), Nr. 10, S. 56-63.

Porter (1968): Porter, Thomas W., Auditing Electronic Systems, (Wadsworth Accounting Series: Selected Topics in Accounting, Hrsg. Robert H. Gregory), Belmont, fourth printing 1968.

Porter (1969): Porter, Thomas W., Generalized Computer-Audit Programs, in: JoA, vol. 127 (1969), Nr. 1, S. 54-62.

Pougin (1959): Pougin, Erwin, Die Berücksichtigung des internen Kontrollsystems als Grundlage ordnungsmäßiger Abschlußprüfung, Düsseldorf 1959.

Pratt, Raiffa und Schlaifer (1969): Pratt, J., Raiffa, H. und Schlaifer, R., Introduction to Statistical Decision Theory, New York 1969.

Preisinger (1967): Preisinger, M., Nichtmechanische Schnelldrucker, in: Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung, hrsg. von K. Steinbuch, 2. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1967, S. 693-710.

Pressmar (1970): Pressmar, D. B., Organisationsformen des Datenverarbeitungsprozesses, Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung, (Schriften zur Unternehmensführung, Hrsg. H. Jacob, Bd. 12), Wiesbaden 1970, S. 67-90.

Rabinow (1969): Rabinow, Jacob C., Wither OCR?, in: Datamation, Juli 1969, S. 38-42.

Radner, (1959): Radner, R., The Application of Linear Programming to Team Decision Problems, in: MS, vol. 5 (1959), S. 143-150.

Raiffa und Schlaifer (1961): Raiffa, H. und Schlaifer, R., Applied Statistical Decision Theory, Boston 1961.

Rappaport (1967): Rappaport, Alfred, Sensitivity Analysis in Decision Making, in: AR, vol. XLII (1967), S. 441-456, wiederabgedruckt in: Information for Decision Making: Quantitative and Behavioral Dimensions (Hrsg. Alfred Rappaport), Englewood Cliffs 1970, S. 174-190.

Rappaport (1968): Rappaport, Alfred, Management Misinformation Systems - Another Perspective, Management Science, vol. 15 (1968), S. B133-B136.

Ridilla (1959): Ridilla, Richard A., A Simplified Statistical Technique for Use in Verifying Accounts Receivable, in: AR, vol. XXXIV, Oktober 1959, S. 547-554.

Riehm (1968): Riehm, Hans-Oskar, Menschliche Probleme in der Arbeitsvorbereitung bei Einführung der elektronischen Datenverarbeitung, in: Operations Research und Datenverarbeitung bei der Produktionsplanung, hrsg. von K. F. Bussmann und P. Mertens, Stuttgart 1968, S. 406-417.

Rölle (1970): Rölle, H., Kosten- und leistungsorientierte Anwendungskonzeptionen zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 147-162.

Rölle (1971): Rölle, Harald, Das interne Kontrollsystem im Rechnungswesen, in: Das Rechnungswesen bei automatischer Datenverarbeitung, Studienkreis Finanzpräsident Schröder (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 9), Wiesbaden 1971, S. 41-59.

Römheld (1971): Römheld, Dieter, Informationssysteme in Unternehmungen, Zur Einwirkung von Informationssystemen auf Management-Funktionen, Diss. Graz 1971.

Roschmann (1970): Roschmann, K., Kosten der Datenerfassung bei unterschiedlichen Systemkonzeptionen, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8), Wiesbaden 1970, S. 231-240.

Rosove (1968): Rosove, Perry, E. (Hrsg.), Developing Computer-Based Information Systems, New York, London, Sydney 1968.

Roth und Bujack (1961): Roth, Ludwig und Bujack, Hadrian, Mathematisch-Statistische Methoden bei der Inventur der Werkstattbestände, Frankfurt 1961.

Roth (1966): Roth, Ludwig, Inventur im Lagerbereich, Stichprobenverfahren an Stelle der permanenten Inventur, in: DB, 19. Jg. (1966), S. 429-434.

Roy und MacNeill (1967): Roy, Robert H. und MacNeill, James H., in: Horizons for a Profession, hrsg. von AICPA, New York 1967.

Samuelson (1952): Samuelson, P. A., Probability, Utility and the Independence Axiom, in: Econometrica, vol. 20 (1952), S. 670-678.

Sanders (1970): Sanders, Donald H., Computers and Management, New York 1970.

Savage (1954): Savage, Leonard J., The Foundations of Statistics, New York-London 1954.

Scarrott (1965): Scarrott, G. G., The Efficient Use of Multilevel Storage, in: IFIP Congress Proceedings, vol. 1, Washington 1965, S. 137-141.

Sharpe (1969): Sharpe, William F., The Economics of Computers, New York 1969.

Shaw et al. (1958): Shaw, J. C., Newell, A., Simon, H. A., und Ellis T. O., A Command Structure for Complex Information Processing, in: Proceedings of the Western Joint Computer Conference, Los Angelos, Mai 1958, S. 119-128.

Sieber (1969): Sieber, Edgar, Ein- und Ausgabegeräte, in: Handwörterbuch der Organisation, hrsg. von E. Grochla, Stuttgart 1969, Sp. 465-474.

Siebert (1965): Siebert, Werner, Auswirkungen der integrierten Datenverarbeitung auf die Revision, Berlin 1965.

Simon (1960): Simon, Herbert A., The New Science of Management Decision, New York 1960.

Simon (1965): Simon, Herbert A., The Shape of Automation for Men and Management, New York, Evanston, London 1965.

Singer, Kanter und Moore (1968): Singer, Niel M., Kauter, Herschel und Moore, Arnold, Prices and the Allocation of Computer Time, in: Proceedings AFIPS, Fall Joint Computer Conference, 1968, Part I.

Smidt (1968): Smidt, Seymor, The Use of Hard and Soft Money Budgets, and Prices, To Limit Demand for a Centralized Computer Facility, in: Proceedings AFIPS, Fall Joint Computer Conference, 1968, Part I.

Spieth (1962): Spieth, Eberhard, Vergleichende Gegenüberstellung und Wertung der wichtigsten Abschlußprüfungshandlungen in der amerikanischen und deutschen Wirtschaftsprüferarbeit, Düsseldorf 1962.

Sussenguth (1963): Sussenguth, E. H., Use of Tree Structures for Processing Files, in: Communications of the ACM, Mai 1963, S. 272-279.

Szyperski (1970): Szyperski, N., Abgrenzung und Verknüpfung operationaler, dispositionaler und strategischer Wirtschaftlichkeitsstufen, in: Die Wirtschaftlichkeit automatisierter Datenverarbeitungssysteme (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 8, Wiesbaden 1970, S. 49-62.

Szyperski (1971): Szyperski, N., Vorgehensweise bei der Gestaltung computer-gestützter Entscheidungssysteme, in: Computergestützte Entscheidungen in Unternehmungen (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 12), Wiesbaden 1971, S. 37-64.

Schneeweiß (1963): Schneeweiß, Hans, Nutzenaxiomatik und Theorie des Messens, in: Statistische Hefte, 4 (1963), S. 178-220.

Schneeweiß (1967): Schneeweiß, Hans, Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin, Heidelberg, New York 1967.

Schneider (1961): Schneider, Dieter, Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagegütern als Bestimmungsgrund der Abschreibungen, Köln und Opladen 1961.

Schneider (1970): Schneider, Dieter, Investition und Finanzierung, Ein Lehrbuch der Investitions-, Finanzierungs- und Ungewißheitstheorie, Köln und Opladen 1970.

Schneidewind (1966): Schneidewind, Norman, Analytic Model for the Design and Selection of Electronic Computers, Diss. University of Southern California 1966.

Scholz und Steinbock (1968): Scholz, H. und Steinbock, R., Die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einer automatisierten Datenverarbeitung, in: Elektronische Datenverarbeitung, 10. Jg., (1968), S. 135 ff., S. 165 ff.

Schrieber (1970): Schrieber, Albert N., Corporate Simulation Models, Seattle 1970.

Schuff (1962): Schuff, Hans Konrad, Probleme der kommerziellen Datenverarbeitung, in: Digitale Informationswandler, Probleme der Informationsverarbeitung in ausgewählten Beiträgen, hrsg. von W. Hoffmann, Braunschweig 1962, S. 350-405.

Schulte (1970): Schulte, Elmar, Quantitative Methoden der Urteilsgewinnung bei Unternehmensprüfungen, (Schriftenreihe des Instituts für Revisionswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster, Hrsg. U. Leffson, Bd. 3), Düsseldorf 1970.

Schulz (1970): Schulz, Arno, Strukturanalyse der maschinellen betrieblichen Informationsbearbeitung, Berlin 1970.

Schulz (1970a): Schulz, Arno, Gedanken zu einer Informationsbetriebslehre, in: ZfB, 40. Jg. (1970), S. 93-104.

Schwab (1968): Schwab, Bernhard, The Economics of Sharing Computers, in: HBR, vol. 46 (1968), Nr. 5, S. 61-70.

Schwarze (1966): Schwarze, J., Wirtschaftlichkeitsberechnung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen, in: Neue Betriebswirtschaft, 19. Jg. (1966), S. 158-160.

Schweiker (1966): Schweiker, Konrad F., Grundlagen einer Theorie betrieblicher Datenverarbeitung (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, hrsg. von E. Grochla, Bd. 2), Wiesbaden 1966.

Schweim (1969): Schweim, Joachim, Integrierte Unternehmensplanung, Bielefeld 1969.

Steinebach (1971): Steinebach, Willi, Die Prüfung des Rechnungswesens aus der Sicht des Abschlußprüfers, in: Das Rechnungswesen bei automatisierter Datenverarbeitung, Studienkreis Finanzpräsident Schröder, (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 9), Wiesbaden 1971, S. 177-195.

Stender (1970): Stender, Robert C., Future Role of Keyboards in Data Entry, in: Datamation, Juni 1970, S. 60-72.

Stiefel (1970): Stiefel, Malcolm L., Technology Profile, Digital Plottes, in: Modern Data, Juli 1970, S. 72-83.

Stigler (1961): Stigler, George J., The Economics of Information, in: Journal of Political Economy, 69. Jg. (1961), S. 213-225.

Strunz (1970): Strunz, H., Entscheidungstabellen und ihre Anwendung bei Systemplanung, -implementierung und -dokumentation, in: edv (1970), S. 56-65.

Strunz (1971): Strunz, Horst, Der Einfluß der automatisierten Datenverarbeitung auf die Gewinnung von Informationen für die Unternehmungsführung, in: Das Büro als Zentrum der Informationsverarbeitung (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 10, Wiesbaden 1971, S. 315-370.

Teichmann (1971): Teichmann, Heinz, Die Bestimmung der optimalen Information, in: ZfB, 41. Jg. (1971) S. 745-744.

Teichroew und Lubin (1966): Teichroew, Daniel und Lubin, John Francis, Computer Simulation-Discussion of the Technique and Comparison of Languages, in: Communications of the ACM, Vol. 9 (1966), Nr. 10, S. 723-741.

Theis und Hobbs (1968): Theis, D. J. und Hobbs, L. C., Low-Cost Remote CRT Terminals, in: Datamation, Juni 1968, S. 22-29.

Thiess (1965): Thiess, H. E., Mathematical Programming Techniques for Optimal Computer Use, in: Proceedings ACM 20th National Conference, 1965.

Toan (1960): Toan, Arthur B., Jr., The Auditor and EDP, in: JaA, vol. 119, (1960), Nr. 6, S. 42-46.

Touche Ross & Co. (o. J.): Touche Ross & Co.(Hrsg.), Strata Users Guide.

Trimble und Penta (1970): Trimble, George R. und Penta, Anthony J., Evaluation of Keyboard Data Entry Systems, in: Datamation, Juni 1970, S. 93-99.

Trueblood und Cyert (1957): Trueblood, Robert M. und Syert, Richard W., Sampling Techniques in Accounting, Englewood Cliffs 1957.

Vetter (1967): Vetter, Herbert, Systemanalyse - Leitungsauswahl und Netzauslegung bei Datenfernverarbeitungssystemen, in: IBM-Nachrichten, 17. Jg. (1967), S. 777-785.

Vieweg (1972): Vieweg, Rolf, Organisation und Revision des Rechnungswesens bei automatisierter Datenverarbeitung, Herne/Berlin 1972.

Wacker (1971): Wacker, Wilhelm H., Betriebswirtschaftliche Informationstheorie - Grundlagen des Informationssystems, Opladen 1971.

Wahl (1969): Wahl, Manfred P., Grundlagen eines Management-Informationssystems (Wirtschaftsführung, Kybernetik, Datenverarbeitung, Hrsg. P. Lindemann, Bd. 2), Neuwied und Berlin 1969.

Wald (1950): Wald, Abraham, Statistical Decision Functions, New York-London 1950.

Weber (1965): Weber, Ilse, Formelle Prüfung bei elektronischer Datenverarbeitung, Düsseldorf 1965.

Weber (1968): Weber, Gerhard, Simulation als Hilfsmittel der Systemanalyse, in: ADL-Nachrichten, 13. Jg. (1968), S. 340-345.

Weber (1970): Weber, Karl, Entscheidungsprozesse unter Verwendung des Theorems von Bayes, in: Entscheidungen bei unsicheren Erwartungen, Beiträge zur Theorie der Unternehmung, hrsg. von H. Hax, Köln und Opladen 1970, S. 69-99.

Wedekind (1970): Wedekind, Hartmut, Datenorganisation, Berlin 1970.

Wegner (1971): Wegner, Gertrud, Aspekte der Zentralisation und Dezentralisation von Informationsverarbeitungsprozessen, in: Das Büro als Zentrum der Informationsverarbeitung (Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Hrsg. E. Grochla, Bd. 10), Wiesbaden 1971, S. 33-56.

Wegenstein (1966): Wegenstein, W. O., Computerauswahl. Die Auswahlkriterien und die Aufgaben der Geschäftsleitung bei der Systementscheidung mit fünf Bewertungsbogen, in: ADL-Nachrichten, 11. Jg. (1966), S. 310-317.

Weissman (1969): Weissman, Clark, Security Controls in the ADEPT-50 Time-Sharing System, in: Proceedings of the 1969 Fall Joint Computer Conference, Hrsg. AFIPS, Montreal 1969.

Weitzman (1969): Weitzman, Cay, Voice Recognition and Response Systems, in: Datamation, Dezember 1969, S. 165-170.

Weizenbaum (1962): Weizenbaum, J., Knotted List Structures, in: Communications of the ACM, März 1962, S. 161-165.

Wild (1966): Wild, Jürgen, Grundlagen und Probleme einer betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Entwurf eines Wissenschaftsprogramms, Berlin 1966.

Wild (1969): Wild, Jürgen, Unternehmerische Entscheidungen, Prognosen und Wahrscheinlichkeit, in: ZfB, 39. Jg. (1969), 2. Ergänzungsheft, S. 60-89.

Wild (1969a): Wild, Jürgen, Betriebswirtschaftliche Organisationslehre: Gegenwartsstand und Zukunftsperspektiven, in : ZfO, 38. Jg. (1969), S. 3-9.

Wild (1970): Wild, Jürgen, Input-, Output- und Prozeßanalyse von Informationssystemen, in: ZfbF, 22. Jg. (1970), S. 50-72.

Wild (1971): Wild, Jürgen, Zur Problematik der Nutzenbewertung von Informationen, in: ZfB, 41. Jg. (1971), S. 315-344.

Will (1968): Will, Hartmut J., Betriebliche Informationssysteme, Versuch einer intelligenztechnischen Definition, in: ZfbF, 20. Jg. (1968), S. 648-669.

Will (1970a): Will, Hartmut J., Die Prüfung des Rechnungswesens auf Computer-Basis, in: WPg, 23. Jg. (1970), S. 297-304.

Will (1970b): Will, Hartmut, J., Zur Anwendung von Prüfungsprogrammen: Das Auditape-System, in: WPg, 23. Jg. (1970), S. 557-564.

Will (1971): Will, Hartmut J., Datenbank-Systeme, in: ZfB, 41. Jg. (1971), S. 815-844.

Will (1971a): Will, Hartmut J., Zur Anwendung von Prüfungsprogrammen: Das AUDEX-System, in: WPg, 24. Jg. (1971), S. 533-539 und S. 559-565.

Witte (1964): Witte, Eberhard, Analyse der Entscheidung. Organisatorische Probleme eines geistigen Prozesses, in: Organisation und Rechnungswesen, Festschrift für E. Kosiol, Berlin 1964, S. 101-124.

Witte (1968a): Witte, Eberhard, Die Organisation komplexer Entscheidungsverläufe - ein Forschungsbericht, in: ZfhF, 20. Jg. (1968), S. 581-599.

Witte (1968b): Witte, Eberhard, Phasen-Theorem und Organisation komplexer Entscheidungsverläufe, in: ZfhF, 20. Jg. (1968), S. 625-647.

Wittmann (1959): Wittmann, Waldemar, Unternehmung und unvollkommene Information, Unternehmerische Voraussicht - Ungewißheit und Planung, Köln und Opladen 1959.

Woods (1961): Woods, Richard S., The Development of Auditing Standards and Techniques for EDP Systems, in: N.A.A. Bulletin, XLIII, September 1961.

Worley (1969): Worley, A.R., Practical Aspects of Data Communication, in: Datamation, Oktober 1969, S. 60-66.

Ziegler (1965): Ziegler, Werner, Kontrolle und Prüfung bei elektronischer Datenverarbeitung unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen und steuerlichen Betriebsprüfung, Diss. München 1965.

Lebenslauf

Am 15. Dezember 1943 wurde ich als Sohn des Kaufmanns Otto Zumwinkel und seiner Ehefrau Lotte Zumwinkel, geb. Dannenberg, in Rheinberg geboren. Ich besitze die deutsche Staatsangehörigkeit.

Nach vier Jahren Volksschule besuchte ich von 1954 an das humanistische Gymnasium Adolfinum in Moers, wo ich am 26. Februar 1963 die Reifeprüfung ablegte. Im Sommersemester 1963 begann ich an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster das Studium der Betriebswirtschaftslehre. Vom Sommersemester 1965 bis zum Sommersemester 1966 war ich Hörer an der Ludwig Maximilian Universität in München; danach setzte ich mein Studium in Münster fort. Am 12. April 1969 bestand ich dort die Diplomprüfung für Kaufleute.

Von November 1969 bis März 1970 war ich am Institut für Betriebsanalysen der Universität Münster als wissenschaftliche Hilfskraft beschäftigt.

Von Juli 1970 bis Mai 1971 studierte ich mit einem Stipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes an der Wharton School of Finance and Commerce der University of Pennsylvania in Philadelphia, U.S.A. Am 24. Mai 1971 wurde mir dort der akademische Titel des 'Master of Science in Accounting' verliehen. Danach setzte ich meine Studien an der Westfälischen Wilhelms-Universität fort.